UNIVERSITY OF TORONTO
3 1761 01077024 6

Chant
Jan 1926

The Library

of the

David Dunlap Observatory

Presented by

Dr. C. A. Chant

Nov. 16, 1935

DAVID DUNLAP
OBSERVATORY
LIBRARY

Les

Énigmes de la Science

II

1606
même & voir titre

DU MÊME AUTEUR
A LA MÊME LIBRAIRIE

Bibliothèque d'Éducation scientifique :

Pour comprendre l'Arithmétique, *nouv. édit.*, 216 pages avec figures ..... 8 fr.

Pour comprendre l'Algèbre, *nouvelle édition*, 252 pages avec figures ..... 8 fr.

Pour comprendre la géométrie plane, *nouvelle édition*, 252 pages avec 218 figures ..... 8 fr.

Pour comprendre la Géométrie dans l'espace et les courbes usuelles, *nouv. éd.*, 220 pages avec 144 fig. 8 fr.

Pour comprendre le calcul différentiel, 224 pages avec 37 figures ..... 8 fr.

Pour reconnaître les fleurs. — I. Flore simplifiée, 208 pages avec figures ..... 8 fr.

II. — Atlas de la flore simplifiée. 158 planches contenant plus de 400 figures ..... 8 fr.

Pour comprendre Einstein, *nouvelle édition*, un vol. in-16 de 248 pages avec figures ..... 7 fr.

Origine et Formation des Mondes, *nouvelle édition*, un volume in-8 de 416 pages avec 124 figures dans le texte et 18 planches hors texte ..... 25 fr.

L'Etude de la Lune, avec Dictionnaire sélénographique, *nouvelle édition*, un volume in-16 de 168 pages .... 6 fr.

Tables de logarithmes à cinq décimales et tables diverses, un volume in-16 de 96 pages..... 5 fr.

Les autres Mondes sont-ils habités ? *nouvelle édition*, un volume de 150 pages avec 8 planches hors texte.... 5 fr.

La Science mystérieuse des Pharaons, *nouvelle édition*, un volume in-16 de 244 pages avec figures et 8 planches hors texte ..... 7 fr.

Les Enigmes de la Science, Tome I, *nouvelle édition*, un vol. in-16 de 250 pages avec figures et 8 planches... 8 fr.

Les Confins de la Science et de la Foi, Tome premier, *nouvelle édition*, un volume in-16 de 300 pages..... 8 fr.

Les Confins de la Science et de la Foi, Tome II, un vol. in-16 de 300 pages..... 8 fr.

Construisez vous-même votre Poste de Téléphonie sans fil, *nouvelle édition*, un volume in-16 de 180 pages avec 69 figures dans le texte..... 6 fr.

Atlas Céleste, *Aspect du ciel visible dans nos régions pour chaque mois de l'année*, un volume de 12 planches avec légendes ..... 15 fr.

L'Atlantide a-t-elle existé ? un volume in-8 de 96 pages avec figures et cartes (Collection *Res Mirabilis*).... 3 fr.

L'Alchimie moderne, un volume in-8 de 96 pages avec figures et 2 planches (Collection *Res Mirabilis*)..... 3 fr.

La Vie sur Mars, un volume in-8 de 96 pages avec figures et 2 planches (Collection *Res Mirabilis*)..... 3 fr.

DUNLAP
OBSERVATORY
LIBRARY

LES ÉNIGMES DE LA SCIENCE

PAR

l'Abbé Th. MOREUX

Directeur
de l'Observatoire de Bourges

TOME II

PARIS
LIBRAIRIE OCTAVE DOIN
GASTON DOIN et Cie, ÉDITEURS
8, PLACE DE L'ODÉON, 8

1926

OBSERVATORY LIBRARY

1296

QB
51
M75
t. 2

Tous droits réservés

Copyright by Gaston Doin et Cie, 1925

LES ÉNIGMES DE LA SCIENCE

L'Énigme de l'Univers

Où sommes-nous ?

C'est toujours pour moi un étonnement nouveau de constater à quel point les anciens, dont l'imagination fut cependant si riche, restèrent dans l'ignorance de la structure de l'Univers. En admettant même qu'ils n'eussent aucun moyen de supputer les distances célestes, un fait aurait dû les frapper, je veux dire la disposition des étoiles sur le firmament. Car personne n'y fait allusion. Galilée lui-même, qui ne vint qu'au XVIIe siècle, n'y pensa pas. Képler à la même époque se hasardait à dire : « La place où est situé le Soleil est près de l'anneau stellaire qui forme la Voie lactée. Cette position est indiquée par cette circonstance que la Voie lactée présente à peu près l'aspect d'un grand cercle, et que l'intensité en est sensi-

blement la même dans toutes ses parties » (1); mais l'illustre savant, dont le génie intuitif devait construire la base de la Mécanique céleste, ne soupçonna même pas que l'accumulation des étoiles augmente à mesure que nous approchons de la Voie lactée.

Celui qui le premier paraît s'être formé une idée très approchée de la constitution du monde stellaire, fut Thomas Wright, fils d'un charpentier de Byer's Green, près de Durham. Son *Hypothèse de l'Univers,* parue en 1750, renferme des aperçus vraiment remarquables pour l'époque : Th. Wright regardait en effet, « les étoiles fixes non comme une fourmillière dispersée sans ordre et sans dessin, mais comme un ensemble d'astres soumis à une organisation systématique et obéissant a une attraction générale vers un plan principal des espaces qu'ils occupent ».

Kant publia sa *Théorie du Ciel* en 1755 et ce fut là qu'il reprit pour son propre compte l'idée de Wright, mais non toutefois sans la perfectionner : « Si l'on jette les yeux sur le ciel étoilé par une nuit bien claire, on y remarque une bande lumineuse, où une multitude d'étoiles plus condensées que partout ailleurs, se confondent en raison de

(1) Cité par Arago : *Astr. pop.*, p. 7, t. II.

leur grand éloignement et produisent une blancheur uniforme, à laquelle on a donné le nom de Voie lactée ». Elle suit sans interruption, dans sa continuité, la trace d'un grand cercle dans le ciel. Kant conclut alors que les étoiles se massent les unes derrière les autres au voisinage de ce plan qui passe par notre point de vue. Même « les étoiles, ajoute-t-il, qui ne sont pas comprises dans la bande blanchâtre de la Voie lactée, paraissent d'autant plus pressées et ramassées qu'elles sont plus voisines de cette zone ; si bien que, des deux mille étoiles que l'œil nu aperçoit au ciel, la plus grande partie se rencontre dans une zone assez étroite, dont la Voie lactée occupe le milieu » (1).

L'idée était bien lancée cette fois ; elle était simple, elle faisait image, elle devait attirer l'attention des astronomes. Aussi, lorsque William Herschel, vingt-années plus tard (1775), entreprit sa première « revue du ciel », son but n'était pas seulement de découvrir des astres nouveaux, mais de reconnaître la construction intime de l'Univers : « Ceci, disait-il lui-même en 1811, a toujours été le but ultime de mes observations ».

En fait, toutes ses notes, tous ses écrits le rame-

(1) *Histoire générale et Théorie du Ciel* de KANT : Traduction de C. Wolf, p. 133 et suiv.

naient à cette question fondamentale ; mais pour connaître ses hypothèses successives, les moyens mis en œuvre pour les vérifier ou les infirmer, pour jouir de la façon vive et alerte dont il exposait ses idées, il faut parcourir les trente-neuf volumes des PHILOSOPHICAL TRANSACTIONS de la *Royal Society* de Londres. C'est là, dans plus de soixante-dix Mémoires, qu'il montre en un style toujours vigoureux et ardent, les différentes théories qu'il imagine de 1780 à 1818 pour satisfaire les résultats de ses extraordinaires observations.

Ses premières conclusions furent publiées en juin 1784 : La Voie lactée telle qu'elle nous apparaît ne serait qu'une projection d'un disque plat, de contour très irrégulier avec une profonde fissure, correspondant aux deux branches entre le Cygne et le Scorpion. C'était, sinon se rallier aux idées de Wright, du moins les appuyer à l'aide de la méthode expérimentale.

Mais bientôt Herschel revient sur ses propres conclusions ; la fameuse « Théorie du disque plat » ne satisfait plus son esprit ; pour rendre compte des jauges stellaires et de la distribution apparente des étoiles, il fallait admettre que ces dernières étaient répandues plus ou moins uniformément à l'intérieur d'un volume immense, rappelant grossièrement une lentille biconvexe.

Quant à l'étendue de cette gigantesque formation, Herschel désespéra toujours de pouvoir la fixer approximativement : « Je ne puis avec mon télescope de vingt pieds, écrivait-il, sonder la profondeur de la Voie lactée. Notre Soleil, ainsi que toutes les étoiles visibles à l'œil nu, forment un amas central, profondément plongé dans la Voie lactée, dont il fait partie intégrante. Et si, en certains endroits, nous ne pouvons pas résoudre complètement cette formation, c'est qu'elle est réellement insondable, sans limite ».

En même temps l'attention d'Herschel avait été dirigée vers une autre partie de la question, celle qui concerne les amas et les nébuleuses. Faisaient-ils partie intégrante de notre système sidéral, de *notre Univers* en un mot ?

Ici encore, Herschel semble se laisser aller à accepter les idées de Wright, de Kant et de Lambert, qui avaient cours à son époque.

L'auteur de la *Théorie de l'Univers* avait écrit, en effet, à propos de « nombreuses taches nuageuses tout juste perceptibles » : « celles-ci, selon toute vraisemblance, peuvent être une création extérieure limitrophe de la création connue, trop éloignée pour être atteinte même par nos lunettes ».

Aussi, lorsqu'en 1785, après avoir prôné la *Théorie du disque*, William Herschel parle de ses

découvertes de nébuleuses, il annonce qu'il a catalogué « quinze cents systèmes sidéraux complets, dont quelques-uns pourraient bien surpasser notre Voie lactée en grandeur ».

Telle fut à vrai dire, l'origine de la fameuse hypothèse des *Univers-Iles* qui devait tenir une place prépondérante dans la littérature astronomique pendant près d'un siècle. Une idée aussi audacieuse servie par un observateur aussi habile que l'était l'astronome hanovrien, était bien faite pour exciter l'imagination des romanciers de la science, et ces derniers ne se firent pas faute de l'exploiter.

Au reste, même à la fin de sa vie, Herschel, malgré l'évolution de ses idées, caressait encore la Théorie des Univers-Iles.

Celle-ci ne fit que prendre consistance au cours du XIXe siècle, lorsque les astronomes eurent en leur possession les formidables instruments modernes, le grand télescope de Lord Rosse ou les beaux réfracteurs américains. Les nébuleuses qu'on ne pouvait résoudre en étoiles, furent jugées de la même nature que les autres ; leur éloignement seul les rendait irrésolubles.

Entre temps, les catalogues célestes s'étaient complétés et les statisticiens n'avaient pas manqué de fournir des chiffres. Or, le premier résultat ne

se montra pas du tout favorable à la fameuse théorie des Univers-Iles. Un examen attentif de la distribution des amas et des nébuleuses prouve en effet, que si le nombre des premiers s'accroît en approchant de la Voie lactée, les nébuleuses au contraire semblent fuir les abords de cette vaste ceinture pour se presser vers les pôles galactiques (1).

Une telle disposition paraît bien de prime abord indiquer une sorte de parenté, sinon une véritable filiation, entre ces différents objets ; étoiles, amas ou nébuleuses feraient donc partie d'un même ensemble et, dès lors, il ne saurait être question de galaxies extérieures (2).

Ce fut bien autre chose lorsqu'en 1864, Huggins et les spectroscopistes qui le suivirent, montrèrent que bon nombre de nébuleuses ne sont que de vastes amas de gaz et non des entassements d'étoiles analogues à notre Voie lactée.

L'opinion astronomique de cette époque est fort bien résumée par ces lignes que Proctor écrivait en 1872 : « Toutes les nébuleuses découvertes

(1) Cf. *Pub. of Astr. Soc. of Pacific.* (Ap. 1918, art. de Curtis).

(2) Le terme *Galaxie* est souvent employé pour désigner la Voie lactée ou un objet analogue, s'il en existe dans le ciel.

jusqu'ici, gazeuses ou stellaires, irrégulières, planétaires, en forme d'anneau ou elliptiques, existent dans les limites du système sidéral. Elles sont toutes parties et portions de ce merveilleux système, dont les plages, plus rapprochées et plus brillantes, constituent la gloire de nos cieux noctures ».

Ainsi, peu à peu, s'évanouissaient les vues hypothétiques des précurseurs ; nous habitions un Univers bien délimité et qui renfermait tous les objets célestes accessibles à nos instruments : telles étaient les conclusions souvent citées des plus hautes autorités en la matière, Gore et Newcomb par exemple (1).

Les vues du vieil Herschel n'étaient pas complètement infirmées quant à la structure même de notre Univers, mais des évaluations grossières et à peine approximatives avaient suffi, semble-t-il, pour montrer que plusieurs nébuleuses parmi les plus belles, étaient à des distances moindres que les plus lointaines étoiles de la Voie lactée. Tel était le cas, par exemple, de la nébuleuse d'Andromède, qui n'était située, disait-on, qu'à une vingtaine d'années-lumière.

En résumé, l'ensemble des travaux de la fin du

(1) La question est admirablement résumée dans *The System of the Stars* de Miss Clerke, publié en 1905.

XIXe siècle et de la première décade du XXe, nous amenait aux conclusions suivantes :

1° Notre Univers comprenait des étoiles, des amas stellaires et des nébuleuses.

2° Le tout était renfermé dans un volume à peu près sphérique et dont les parties équatoriales étaient réservées aux étoiles proprement dites ; cette sorte de disque devait avoir une assez grande épaisseur, mais la densité, à son intérieur, était loin d'être homogène : presque nulle au centre c'est-à-dire dans les régions où vogue notre Soleil, elle s'accroissait très vite vers les bords. Il en résultait que la partie la plus dense des étoiles nous apparaissait comme une sorte d'anneau, dont le plus grand rayon touchait aux confins de la Voie lactée. Celle-ci, comme dans la théorie d'Herschel, était donc bien due à une accumulation d'étoiles vers un plan médian de l'Univers, celui sur lequel se déroulait le tore, dont nous avons parlé.

Quant aux dimensions absolues du système galactique, on en était évidemment réduit à des conjectures, puisque nous n'avions aucun moyen direct d'évaluer la parallaxe, donc la distance, des plus lointaines étoiles. Toutefois, des savants travaux de Newcomb, on avait déduit un diamètre d'environ 6 000 années-lumière (1). En 1914,

(1) S. Newcomb : *The Stars*, p. 319 (London, 1902).

Eddington, par des vues qu'on jugeait audacieuses à l'époque, était allé jusqu'à 14 000 années-lumière (1). Comme notre soleil occupe une position quasi centrale, on pourrait conclure que les plus faibles étoiles de la Voie lactée étaient éloignées de nous d'environ six ou sept mille années-lumière.

3° Quant aux amas stellaires, on avait constaté depuis longtemps qu'ils avaient tendance à se grouper aux abords de la Voie lactée, mais au-dessus et au-dessous de son plan principal. La Galaxie elle-même n'en renfermait pas et le fameux amas solaire imaginé par Gould (2), Sulton (3) et Stratonof (4), s'était évanoui en fumée sous la critique dissolvante de Kapteyn en 1901.

4° En ce qui concerne les nébuleuses, il y a lieu de faire une distinction très nette suivant les types. Les nébuleuses dites planétaires, sortes d'objets énigmatiques, toutes probablement gazeuses et de peu d'étendue, semblent s'apparenter aux amas dans leur distribution sur la sphère céleste ; comme eux, elles paraissent rechercher les abords de la Galaxie. Il n'en va plus de même des autres

(1) Eddington : *Stellar movements and Structure of the Universe*, p, 32 (London, 1914.

(2) Cf. Newcomb, *op. j. cit*, p. 243.

(3) V. Knowledge, July 1891.

(4) V. *Bull. Soc. Astr. Fr.* 1904, p. 357.

nébuleuses parmi lesquelles le type spiral est de beaucoup le plus prédominant. Celles-ci ont été cataloguées par dizaines de mille, mais nous avons maintenant acquis la conviction que des télescopes du genre de celui du Mont Wilson, avec son diamètre de $2^{m},54$, pourraient nous en montrer quelque chose comme un million (1). Or la densité de ces objets suit une règle inverse de celles des amas; de façon générale, leur nombre augmente vers les pôles de la Voie lactée.

Tel était l'état de la question il y a quelques années, lorsque tout récemment des faits nouveaux et des méthodes insoupçonnées des anciens astronomes vinrent troubler la quiétude des savants. On avait constaté depuis longtemps que les mouvements propres des étoiles sont compris entre 30 et 40 kilomètres à la seconde, et Lord Kelvin avait montré que ces chiffres n'ont rien qui puisse nous étonner : ils sont tout à fait compatibles avec la quantité de matière gravitationnelle que comporte ce que nous appelons *notre Univers*. Un milliard de soleils comme le nôtre, répandus au hasard dans une sphère de 3762 années-lumière de rayon, suffiraient à produire ce résultat. Or ces

(1) V. Art. de Curtis cité plus haut (1918).

nombres sont de l'ordre de grandeur de ceux qu'on admettait couramment ; un milliard d'étoiles dans un univers de 6 000 années-lumières de diamètre, d'après les estimations de Newcomb.

Mais on avait compté sans les surprises. L'application du principe Doppler-Fizeau à la mesure des vitesses radiales nous a décelé des mouvements propres stellaires absolument fantastiques.

Mu Cassiopée marche à la vitesse de 166 kilomètres par seconde ; 1830 Groombridge accuse 255 kilomètres ; la petite étoile 15 290 Lalande, 332 kilomètres, etc.

Et tous ces records sont battus par Arcturus, la brillante étoile du Bouvier qui vole à raison de 413 kilomètres par seconde ; en 4 jours seulement elle irait de la Terre au Soleil.

Ces étoiles, véritables projectiles, posent à l'astronome les problèmes les plus troublants.

De deux choses l'une, en effet ; ou bien ces corps célestes doivent être regardés comme de véritables vagabonds pénétrant par hasard dans notre système, et dans ce cas on admet implicitement qu'ils nous viennent d'Univers distincts du nôtre ; ou bien, s'ils nous appartiennent, force nous est d'agrandir les dimensions de la Galaxie.

A l'heure actuelle, c'est cette dernière solution qui semblerait la meilleure, car un tiers au moins

des vitesses qu'on a pu convertir en kilomètres, sont supérieures à la vitesse maxima théorique de 40 kilomètres fixée par Newcomb comme une limite que la masse totale des étoiles pouvait déterminer par son attraction sur un corps céleste (1).

Une douzaine de milliards de soleils, répandus dans une sphère de quelques dizaines de milliers d'années-lumière de rayon suffiraient pour rendre compte des vitesses observées.

Que le ciel puisse nous offrir l'image d'un vaste cimetière où s'entassent peu à peu les étoiles éteintes, cela ne fait aucun doute pour l'astronome habile à manier le spectroscope : nous connaissons quantité d'étoiles doubles dont l'une des composantes n'est autre qu'un Soleil noir ; mais l'hypothèse ne résout qu'une partie du problème. Il faudrait en même temps entrevoir la possibilité de reculer les frontières de notre Voie lactée. Or, avec nos anciennes méthodes, nous ne pouvons nous flatter de déterminer la parallaxe d'une étoile à plus d'un centième de seconde près ; supposons même que nous puissions apprécier correctement cette deuxième décimale et que nous trouvions un

(1) V. sur tous ces sujets : *Où en est l'Astronomie* par Th. Moreux (Gautier-Villars, 1920, Paris.)

astre ayant pour parallaxe 0, 01, cette constatation placerait l'étoile à 325 années-lumière. Au-delà, c'est l'incertitude la plus complète.

Reste une méthode indirecte que nous avons longtemps employée faute de mieux, mais le procédé repose sur un postulat qu'il faudrait prouver. Le calcul indique en effet que si, parmi les étoiles de 18e grandeur, il en existe de même éclat que notre Soleil, ces étoiles doivent se trouver à 13 000 années-lumière.

Or, les grands télescopes actuels permettent d'atteindre ces étoiles ; des réflecteurs tels que celui du Mont Wilson, obtiennent même la 21e grandeur photographique ; 13 000 années-lumière restent donc une limite inférieure et notre Univers s'étendrait beaucoup plus loin.

Mais ces conclusions ne sauraient être légitimes qu'à deux conditions : elles supposent en effet que la lumière ne subit pas d'absorption dans les espaces interstellaires et enfin qu'il existe aux confins de la Voie lactée, des étoiles en tout point comparables à notre Soleil.

Evidemment tout cela est possible, mais nous n'avons à ce sujet aucune indication précise et il pourrait fort bien se faire qu'aux limites de la Galaxie, il existe seulement des étoiles naines jouant le rôle d'astéroïdes par rapport aux soleils plus

gros, à l'instar de ce que nous voyons dans le système solaire.

Sans doute, pour un esprit attentif et habitué à envisager les choses d'un large point de vue, l'hésitation n'était guère permise ; tout semblait nous inviter à reculer les frontières de notre Univers ; toutefois les preuves positives faisaient défaut et on sentait qu'il fallait trouver, coûte que coûte, des moyens nouveaux de mesurer les distances stellaires.

En fait, ces valeurs de parallaxe étaient depuis longtemps inscrites, pour ainsi parler, sur nos spectrogrammes d'étoiles, mais personne ne les avait remarquées.

L'éclat apparent d'un astre dépend à la fois de sa distance et de son éclat intrinsèque ou réel. Soient donc deux étoiles de même éclat apparent ; il est évident que si nous connaissions leur état réel, nous pourrions en inférer les distances *relatives*, à un éclat réel 9 fois plus fort, par exemple, correspondrait en effet une distance 3 fois plus grande. Or, chaque type spectral possédant ses caractéristiques propres, il suffit de mesurer l'intensité relative de certaines raies pour arriver à déterminer l'éclat réel ou si l'on veut la *magnitude* absolue.

Comme, d'autre part, l'éclat apparent peut tou-

jours être soigneusement mesuré, nous sommes en possession d'un procédé qui pourra donner la *distance rapportée* à une étoile de même genre, dont la parallaxe est déjà connue par les anciennes méthodes.

Ce procédé ingénieux, dû à Walter S. Adams, a été employé au Mont Wilson, comparativement avec les moyens ordinaires et ne s'est jamais trouvé en défaut. Essayé sur plus de 1000 étoiles, nous dit l'auteur, il a fourni des résultats en tout point comparables pour la précision aux mesures directes ; enfin, dernière remarque capitale, la méthode a (1) « l'avantage d'être applicable aux étoiles de très petite parallaxe », et c'est dans ce cas qu'elle nous rendra les plus importants services.

Il n'est pas jusqu'à l'étude des variables qui ne puisse tirer parti des remarques de W. S. Adams. Les statistiques montrent que toutes les étoiles ressemblent plus ou moins à notre Soleil dont la courbe d'activité, manifestée principalement par les taches et les protubérances, accuse une périodicité de onze années environ ; mais le phénomène est plus ou moins marqué en intensité et en durée.

Certaines variables, comme Mira Ceti (*omicron* Baleine) ont des périodes d'une année, qui rappel-

(1) V. W. S. Adams. *Dét. spectr. des distances stell*, V. *Revue du Ciel* octobre 1918.

lent tout à fait les variations de notre Soleil, tandis que d'autres, comme les Céphéides, du genre de *Delta* Céphée, accusent d'énormes fluctuations en quelques jours seulement.

Or, et c'est là où l'observation méne à un résultat pratique, on a démontré tout récemment que dans ce dernier cas, il existe une relation constante entre la durée de la période et l'éclat absolu. Dans le type céphéide, par exemple, nous savons que si la période est d'un jour, l'éclat réel est 100 fois plus grand que celui du Soleil ; 400 fois plus fort pour une période de 4 jours : 1 500 fois plus grand pour une période atteignant 10 jours, etc...

Nous voilà donc en possession d'une méthode précieuse pour fixer la distance de toutes les étoiles du type céphéide — et elles sont nombreuses — puisque, d'après la méthode d'Adams, il nous suffit de connaître l'éclat réel et l'éclat apparent pour en inférer la parallaxe.

Or, les résultats ont été tout à fait remarquables et très encourageants : les travaux de Hertzsprung, Pease et Shapley s'accordent pour montrer que certaines étoiles sont beaucoup plus loin qu'on ne l'avait supposé au dernier siècle ; mais n'anticipons pas et analysons sommairement les études entreprises dans cette voie.

La contribution de beaucoup la plus impor-

tante sur le sujet est due à Horrow Shapley, qui entreprit de fixer la distance des amas dits globulaires à l'aide des Céphéides qu'on y remarque. Quelques astronomes anciens, notamment Messier, Sir John Herschel, d'Arrest, avaient déjà étudié ces intéressantes formations, mais leurs conclusions pèsent d'un faible poids en regard des travaux modernes où interviennent la plaque photographique et le spectroscope.

Le premier amas étudié au Mont Wilson, en vue de l'application des nouvelles méthodes, fut celui d'Hercule, connu sous le nom de Messier 13. D'après des considérations basées sur les étoiles variables qu'il renfermait, leur courbe de luminosité et l'éclat apparent moyen de certains groupes de couleurs, Shapley calcula la distance de cette étrange agglomération où de longues poses montrèrent une association de plus de 30 000 étoiles. La parallaxe était bien inférieure au dix-millième de seconde et le résultat provisoire montra que la lumière mettait quelque 100 000 années à parcourir la distance qui nous en séparait.

L'émoi parmi le monde savant — c'était en 1915 — fut considérable ; il l'eût été bien davantage si la plus grande partie de l'humanité n'eût pas été employée alors à défendre notre civilisation contre la barbarie allemande.

Les chiffres donnés par Shapley s'accordaient, comme ordre de grandeur, avec ceux du professeur Hertzsprung qui, en 1913, avait fixé la distance d'une des Nuées de Magellan à 30 000 années-lumière environ. L'amas d'Hercule, comme le Petit Nuage, cet appendice mystérieux de la Voie lactée dans l'hémisphère austral, posait de nouveau la question de savoir si tous les objets célestes faisaient oui ou non partie du domaine galactique, devenu trop petit pour les contenir. Dans la négative, il devenait évident que certains d'entre eux, amas et nébuleuses peut-être, formaient des Voies lactées différentes et indépendantes de la nôtre.

C'était la théorie des Univers-Iles qui ressuscitait et les problèmes posés par Herschel remis en question.

Pendant deux années, les mesures continuèrent et semblèrent favorables à l'antique hypothèse. Pease et Shapley s'en expliquèrent d'ailleurs très nettement à différentes reprises jusqu'en 1917 (1). Mais en 1918, Shapley revenait de nouveau sur le sujet et, se basant sur des milliers de mesures soigneusement effectuées, énonçait des conclusions qui méritent d'être prises en sérieuse considération (2).

(1) V. *Astrophys. Journ.* vol XL, p. 434, 1914.
(2) V. *Mt Wilson Contr.* nos 151 à 157, 1918.

De tous les amas observés, l'astronome américain concluait que le plus proche est celui d'*Oméga* Centaure.

Parmi les 6400 étoiles distinctes qu'y montrent les photographies, on a pu examiner 132 variables, dont les périodes, très courtes pour quelques-unes, on servi à déterminer la distance moyenne de l'amas.

Les mesures donnent 21 000 années- lumière avec une erreur possible de 30 %.

L'amas d'Hercule fut de nouveau l'objet de mesures minutieuses et, de leur discussion, Shapley put conclure à une distance de 36 000 années-lumière seulement, et non de 100 000, comme on l'avait annoncé un peu hâtivement.

Toutefois, certains amas paraissent beaucoup plus distants, tel celui qui est inscrit sous le numéro 7006 du *New General Catalogue*. Cette formation qu'on peut observer dans la constellation du Dauphin, serait à une distance supérieure de 25 000 fois à celle de Sirius, ce qui nous donne 220000 années-lumière en chiffres ronds.

Hâtons-nous d'ajouter que cet amas est le plus éloigné de ceux que nous connaissons.

De tels résultats pouvaient paraître en harmonie avec la fameuse théorie des Univers-Iles, mais, remarquons-le bien, ce ne pouvait être qu'à la con-

dition expresse de limiter notre Univers aux dimensions acceptées généralement jusqu'en 1914. Or, depuis ses récentes recherches, Shapley lui-même s'est vu contraint de modifier ses opinions antérieures. La plupart des Céphéides contenues dans la Voie lactée et qu'on a pu examiner, manifestent un éloignement bien supérieur aux faibles limites assignées autrefois par Newcomb ou Eddington à la grande ceinture galactique, si bien que Shapley n'a pas hésité à écrire ces lignes extrêmement suggestives : « A l'heure actuelle, n'importe quel *Univers* extérieur doit maintenant être comparé à un système galactique (le nôtre) d'un diamètre dépassant probablement 300 000 années-lumière » (1).

Comme, d'autre part, notre Soleil occupe une position excentrique dans la Voie lactée et qu'il est éloigné à environ 65 000 années-lumière de son centre, on voit immédiatement que l'ensemble peut fort bien contenir tous les amas globulaires, dont la majeure partie est distribuée d'un même côté de la Galaxie par rapport à nous.

Les mesures de parallaxe ont permis une autre détermination : la grandeur absolue des amas ; ceux-ci ont en moyenne des diamètres compris entre

(1) *Mt Wilson Contr.* n°157, p. 2 (1918).

quatre ou cinq cents années-lumière seulement ; on ne saurait donc les comparer comme étendue à notre Univers, représenté par la Voie lactée.

Reste la question des Nuées de Magellan, ces objets énigmatiques apparaissant comme de larges lambeaux détachés de la Galaxie.

Elles sont connues depuis longtemps sous le nom de Petit Nuage et de Grand Nuage. Il y a là, au dire de Humboldt, quelque chose d'unique dans le monde des phénomènes célestes, et leur lumière est telle dans la Dorade et l'Hydre mâle qu'ils frappent l'observateur le moins attentif.

Le Grand Nuage s'étend sur un espace de douze degrés carrés, 200 fois environ la surface apparente de la Pleine Lune ; le Petit Nuage occupe une étendue quatre fois moindre, Sir John Herschel, qui a étudié ces étranges formations, n'avait pas recensé moins de 800 étoiles, 72 amas stellaires et 316 nébuleuses dans ces deux objets.

La photographie nous réservait d'autres surprises : dans une seule des nébuleuses du Grand Nuage, qui en renferme des centaines, nos clichés nous montrent une agglomération fantastique de 300 000 soleils. Le Petit Nuage est presque aussi riche et 280 000 étoiles y ont déjà été recensées.

L'étude des variables, renfermées dans ces vastes plaines stellaires, nous a permis de nous faire une

idée provisoire des distances qui seraient, pour les deux Nuées de Magellan, de l'ordre de 62 000 années-Lumière. Comme d'autre part le Grand Nuage offre un diamètre apparent de sept degrés, son diamètre réel, quelle que soit sa distance, doit atteindre le huitième de cette dernière, ce qui nous montre que la lumière doit mettre environ 8000 ans pour le traverser, 4000 années pour parcourir le diamètre du Petit Nuage qui est presque deux fois plus petit.

Ces chiffres, qui ne sont pas définitifs, montrent néanmoins que ces îles du ciel ont des dimensions de l'ordre de grandeur de celles qu'on se plaisait à assigner jadis au domaine de notre Voie lactée.

Ainsi, en admettant la légitimité des méthodes nouvelles qui, au dire de leurs inventeurs, fournisssent des distances exactes à 30% près en plus ou en moins, la conclusion des travaux modernes, en ce qui concerne les étoiles et les amas stellaires, est très nette : il ne saurait être question à l'heure actuelle, dans cet ordre d'idées, de ressusciter la théorie des Univers Iles, telle du moins que l'avaient conçue ses promoteurs. Si l'on entend par *îles*, des Univers distincts du nôtre et comparables en étendue à la Voie lactée, les amas globulaires ne peuvent remplir ce rôle ; par contre,

nous pouvons fort bien les considérer comme des îles annexées à notre continent, républiques de soleils jouissant de leur autonomie propre, mais sous le contrôle de la masse imposante des étoiles, dont notre Soleil fait partie.

Quant à la façon dont s'exerce ce contrôle, l'étude des nébuleuses nous amènera à la préciser, en même temps qu'elle nous posera l'un des problèmes les plus difficiles que l'astronome puisse aborder.

Nous avons vu que les nébuleuses spirales, de beaucoup les plus répandues dans le ciel, sont rares près de la Voie lactée qu'elles semblent fuir pour se grouper vers ses pôles et c'est, avons-nous dit, un des caractères qui les distinguent des amas ; en voici un autre : l'ensemble des mesures opérées sur les amas stellaires, montre que ces objets s'approchent de la Galaxie. Les vitesses sont énormes, beaucoup plus grandes que la moyenne de celles relevées pour les étoiles, Dans le tableau que donne Shapley (1), nous voyons des vitesses *radiales* de rapprochement de 225, 300 et même 350 kilomètres à la seconde, En est-il de même des nébuleuses ?

(1) *Astr. Journ. Vol XLI*, p. 12, 1918.

La question est beaucoup plus délicate qu'elle ne paraît, parce qu'elle est liée à des quantités de suppositions.

D'une part, les spectrogrammes sont faibles et parfois les raies diffuses ; donc les positions difficiles à préciser. D'autre part, même les parties brillantes des nébuleuses peuvent ne pas être des étoiles, mais des gaz sous pression. Dans ce dernier cas, les vitesses radiales peuvent être faussées, ainsi qu'on l'a démontré pour les *Novæ* (1).

Quoi qu'il en soit, alors que Keller trouvait en 1890 des vitesses radiales ne dépassant pas 60 kilomètres par seconde, les nouvelles mesures accusent des valeurs généralement beaucoup plus grandes. Slipher à déduit de l'examen des spectres de 25 nébuleuses, une vitesse moyenne de 570 kilomètres à la seconde, beaucoup plus forte que celles des étoiles (2). Ces résultats ont été corroborés par d'autres observateurs et les écarts entre les différents pointés sont faibles relativement.

La nébuleuse d'Andromède se rapprocherait de nous à la vitesse de 300 kilomètres environ par seconde. Le cas est d'ailleurs assez rare ; la plu-

(1) V. Th. MOREUX : *Les Énigmes de la Science*, T. I p. 66. Paris 1920.

(2) SLIPHER : *The Nebulæ*, dans *Proc. of Philos. Soc. Philadelphia, v. LVI, n°* 5.

part des autres manifestent la tendance contraire et l'on a relevé des vitesses d'éloignement de 1000 à 1200 kilomètres à la seconde.

Ainsi les nébuleuses spirales fuient la Voie lactée pour gagner les pôles de cette immense formation.

Ce serait, disent les partisans des Univers-Iles, une raison péremptoire de penser que cette classe de nébuleuses représente vraiment d'autres univers comparables au nôtre. En choisissant les meilleures déterminations, on peut même rechercher le mouvement de notre Univers stellaire par rapport aux autres, de même que les astronomes ont depuis longtemps fixé le point du ciel où nous entraîne notre Soleil, d'après le mouvement propre des étoiles.

En traitant le problème d'une façon analogue, on est arrivé à cette conclusion que la Voie lactée se déplace en bloc vers un point de la voûte céleste situé dans la direction du Capricorne à la vitesse de 650 kilomètres par seconde (1).

Toutefois, l'existence de ce nouvel *apex* ne va pas sans quelques incertitudes. Il faudrait être sûr de nos interprétations de spectrogrammes des nébuleuses, et, récemment, de Sitter faisait observer d'une façon judicieuse que, si la théorie de la rela-

(1) V. *Revue du Ciel* : Art. Th moreux, p. 643, 1919.

tivité d'Einstein est correcte, le déplacement des lignes spectrales pourrait bien n'être qu'une apparence : il serait occasionné surtout par la grande distance des nébuleuses (1).

L'argument, on le voit, n'est pas en faveur des partisans des Univers-Iles et cependant ces derniers l'ont inscrit à leur avoir d'une très ingénieuse façon. D'après eux, cet aveu de distances énormes accusées par le spectroscope, prouve précisément que les nébuleuses, la classe des spirales, tout au moins, sont en dehors des limites de notre Galaxie ; la vraie solution du problème se ramène donc à fixer le parallaxe des spirales.

Ici, nous allons retrouver des incertitudes encore plus grandes. D'après Kapteyn, la nébuleuse d'Orion, qui est probablement les restes d'une grande formation spiraloïde dont nous retrouvons les vestiges, ne serait qu'à 600 années-lumière (2). Van Maanen, d'après les mesures directes opérées avec le soixante-pouces du Mont Wilson, fixe la distance de la belle nébuleuse d'Andromède, ainsi que celle des Chiens de chasse, à 650 années-lumière (3).

Ce nombre admis donnerait pour la nébuleuse

(1) *Month. Not.*, t. LXXVIII, p. 26.
(2) *Mt Wilson contr.*, n° 147.
(3) *Mt Wilson contr.*, n. 156.

d'Andromède un diamètre de 40 années-lumière seulement. Même en admettant les chiffres calculés par Véry, de 80 000 années-lumière, nous restons au-dessous du nombre qu'adopte Shapley pour l'étendue de notre système d'étoiles, celui dans lequel nous sommes plongés, et la nébuleuse d'Andromède est encore un petit objet par rapport à tout l'ensemble.

On voit par ces quelques divergences que le débat est loin d'être clos ; il s'est même trouvé des extrémistes — on en rencontre partout — comme M. Lindemann, qui ont parlé, pour la nébuleuse d'Andromède, d'un diamètre de 50 000 années-lumière et d'une parallaxe tellement faible que la distance de cette nébuleuse, l'une des plus proches que nous connaissions, serait portée à un million d'années-lumière (1).

« Ainsi, disait M. Macpherson, le problème des nébuleuses spirales est loin d'être résolu ; quant à la condition exacte de ces objets, il nous faut suspendre notre jugement jusqu'à ce que nous en ayons une connaissance plus détaillée » (2).

En tout cas, il y a un fait dont nous devons tenir compte, c'est la distribution des nébuleuses aux pôles de la Voie lactée. Si ces objets n'ont

(1) Art. de MACPHERSON dans *The Observatory* sept. 1919.
(2) MACPHERSON *art. j. cit.*

aucun rapport avec cette dernière, une telle répartition est inexplicable. On a bien mis en avant l'existence d'un milieu interstellaire enveloppant la Galaxie comme d'un nuage opaque et qui cacherait à nos yeux les faibles objets tels que les nébuleuses se projetant sur ses bords, mais la théorie est insoutenable et ne s'accorde pas du tout avec d'autres constatations (1).

Jusqu'à plus ample information, nous devons donc regarder comme probable l'opinion qui voit dans les nébuleuses des objets non distincts de notre Univers.

Dès lors, comment expliquer leur présence ? Par une hypothèse hardie qui satisfait notre esprit avide d'enchaîner les faits, au risque parfois, il faut bien l'avouer, d'être à côté de la vérité. Ces vues que j'expose pour la première fois, je ne les donne qu'avec la défiance qui doit accompagner toute théorie, me réservant de les critiquer moi-même le jour où nous aurons amassé de nouveaux faits.

On peut considérer l'Univers comme enfermé dans un volume sphérique où toute matière était primitivement répandue. Par un processus dont nous n'avons aucune idée à l'heure présente, les

(1) *Mt Wilson contr.*, n° 152.

matériaux se sont rassemblés dans la zone équatoriale de cette énorme sphère, et de leur évolution sont nés les étoiles, les systèmes stellaires, notre Soleil, en un mot tous les objets qui forment à proprement parler notre Voie lactée.

Mais celle-ci, à n'en pas douter, renferme encore des portions non condensées, des nuages de gaz ou de météorites qui donnent lieu — le fait est maintenant hors de doute — à ces apparences de vide en pleine Voie lactée, ou même autour d'étoiles et de nébuleuses galactiques.

Les particules assez grosses seraient soumises à la loi de la gravitation et se précipiteraient vers les centres de condensation, comme les étoiles : mais les plus fines obéiraient à la loi de la pression de la lumière et seraient vite dispersées aux pôles de la sphère, où, de leur rassemblement, naîtraient les nébuleuses.

Après un long séjour dans ces régions éloignées, à mesure que la condensation opérerait son œuvre, les nébuleuses, devenues amas stellaires, seraient attirées de nouveau par le disque équatorial et reprendraient le chemin du retour. De sphériques qu'ils sont aux latitudes galactiques élevées, les amas globulaires, en arrivant dans le voisinage des strates d'étoiles, subiraient l'action dissolvante de l'ensemble et il se passerait là un phénomène ana-

logue à celui que nous voyons dans le monde cométaire où l'attraction éparpille les matériaux des comètes sur de larges orbites pour les transformer peu à peu en essaims d'étoiles filantes.

En fait, dans les hautes latitudes galactiques, les rares amas que nous y apercevons sont plutôt sphériques et dans un état de condensation avancée.

Un grand nombre d'entre eux semblent néanmoins avoir conservé des traces de l'origine que nous leur assignons : examinez les photographies des amas stellaires les plus connus, les étoiles les plus extérieures ont bien, en fait, gardé leur disposition en branches spiraloïdes.

Mais, dès que ces amas approchent de la Voie lactée, ils se transforment en amas ouverts et leurs étoiles tendent à la dispersion : tels les cas bien connus des Pléiades et des Hyades, ces dernières n'étant qu'à 130 années-lumiere.

Tous les objets de ce genre sont très rapprochés alors que les amas globulaires se tiennent, nous l'avons dit, au-dessus et au-dessous de la Voie lactée avec un maximum de condensation dans les régions situées à 130 000 années-lumière environ de son plan médian, ce qui correspond aux latitudes réelles de 7 ou 8 degrés nord et sud.

Comme tous ces objets ont des vitesses très nettes de rapprochement, il y a lieu de penser que

dans un avenir lointain, après s'être déformés, ils s'incorporeront peu à peu à la grande ceinture galactique qui les happera et les transformera en courants d'étoiles analogues à celui dont fait partie notre Soleil.

Le plan équatorial de la sphère originelle tendrait donc à devenir la partie de beaucoup la plus dense de l'espace où les matériaux étaient primitivement répandus ; et, de même que nous voyons les vapeurs échappées des océans et emportées par les courants de l'atmosphère, revenir à leur source après un long voyage au cours duquel elles se sont condensées, de même les particules lancées par la masse des soleils en perpétuelle incandescence, se regrouperaient pour donner naissance aux nébuleuses des hautes latitudes, qui, à leur tour, se transformeraient en amas attirés de nouveau par la masse totale de la Galaxie.

Conjectures vaines et spéculations bien aventurées, répondra plus d'un lecteur. — Peut-être, mais le désir de savoir n'est-il pas notre meilleure excuse ?

« Il est impossible, disait Henri Poincaré au début de ses leçons sur les cosmogonies, de contempler le spectacle de l'Univers étoilé sans se demander comment il s'est formé ; nous devrions peut-être attendre pour chercher une solution que nous en

ayons patiemment rassemblé les éléments et que nous ayons acquis par là quelque espoir sérieux de la trouver ; mais si nous étions si raisonnables, si nous étions curieux sans impatience, il est probable que nous n'aurions jamais créé la Science et que nous nous serions contentés de vivre notre petite vie. Notre esprit a donc réclamé impérieusement cette solution bien avant qu'elle fût mûre, et alors qu'il ne possédait que de vagues lueurs, lui permettant de la deviner plutôt que de l'atteindre » (1).

Depuis l'époque où ces lignes ont été écrites (1911), nos acquisitions sont évidemment en progrès, mais c'est le propre de la science de nous ouvrir des horizons illimités.

Duclaux disait dans une boutade : « C'est parce qu'elle n'est sûre de rien que la science avance toujours ». Loin de souscrire à cette pensée, je crois au contraire que plus nous progressons, plus nous découvrons l'étendue des champs ouverts à nos investigations et plus s'accumulent aussi les problèmes et les mystères dont sont parsemées les avenues de la nature dans toutes les directions de la connaissance.

Mais quoi que nous fassions, aussi loin que nous

(1) H. Poincaré ; *Leçons sur les Hypothèses cosmogoniques.* Préface (Pais, 1912).

puissions pousser l'examen de la structure des êtres matériels, qu'il s'agisse de l'atome où d'un système solaire ou même de l'Univers, une conclusion s'impose avec la même force ; partout nous sentons apparaître derrière le voile transparent des phénomènes le rôle de la Pensée créatrice, toujours agissante, qui fait tout avec poids et mesure, qui dispense inlassablement l'ordre et l'harmonie et qui préside à la naissance des nébuleuses comme à l'évolution des mondes.

L'Énigme (1) de l'évolution planétaire

Alors que les naturalistes discutent encore sur le fait et la signification de l'Évolution organique, et que les adeptes de la doctrine sont toujours à la recherche d'une loi biologique capable d'expliquer la filiation possible des espèces, les astronomes, depuis Kant et Laplace, n'ont jamais mis en doute le principe de l'évolution de la substance matérielle.

Le système solaire, tel qu'il nous apparaît, dérive d'un état antérieur plus simple, d'une nébuleuse dont le centre était occupé par un soleil plus ou moins diffus, entouré d'une couronne aplatie où un œil exercé aurait pu deviner les linéaments des planètes futures.

(1) Conférence donnée le 11 décembre 1920 par l'Abbé Th. Moreux, à l'Institut Océanographique de Paris.

A mesure que s'épurait cette sorte d'atmosphère et que grossissait le soleil central, des globes plus petits, étincelants comme de faibles étoiles, ponctuaient de taches brillantes l'aire de la nébuleuse probablement spirale : ainsi naquirent planètes et satellites.

Du mécanisme qui présida au groupement des matériaux et provoqua l'apparition des planètes en tant que corps jouissant d'une autonomie propre, nous ne savons rien de certain à l'heure actuelle : les systèmes cosmogoniques se succèdent, apportant parfois une vague petite lueur au milieu des ténèbres; mais, il faut bien l'avouer, les plus savants d'entre nous ne font que balbutier devant ce sphinx redoutable et cette énigme sans cesse renaissante.

C'est qu'en fait, et quelle que soit la légitimité des hypothèses dans la science, nous nous trouvons en face de ce que les mathématiciens appellent un système d'équations indéterminées comportant une foule de racines plus ou moins approchées. Dès lors, chaque auteur en est réduit à soutenir sa thèse au moyen d'arguments plus ou moins métaphysiques, lorsqu'il y aurait lieu de ne pas quitter la méthode expérimentale.

Toutefois, de telles disputes ne demeurent pas complètement stériles; n'auraient-elles d'autre but

que de limiter l'arène du champ clos dans lequel il nous est permis d'opérer, qu'il faudrait savoir gré aux savants modernes de les avoir suscitées.

Ainsi, à condition de modérer nos ambitions, il nous est permis d'aborder avec fruit certains côtés des questions cosmogoniques, et les problèmes de l'Évolution planétaire paraissent bien rentrer dans cette dernière catégorie.

A examiner d'une façon superficielle le tableau des éléments des planètes, on est frappé au premier abord par les différences de densité. A ce point de vue, les planètes peuvent être classées en trois groupes :

Celui des grosses planètes dont la densité se rapproche de celle du Soleil, qui est de 1,42 (celle de l'eau étant 1). Nous avons, en effet, 1,30 pour Jupiter ; 1,54 et 1,55 pour Uranus et Neptune ; enfin 0,64 pour Saturne, dont la légèreté est extraordinaire.

Le deuxième groupe peut être représenté par Mars, auquel nous joindrons la Lune, bien que celle-ci ne soit qu'un simple satellite ; leurs densités respectives sont de 3, 93 et de 3,33.

Le troisième groupe comprend les planètes inférieures et la Terre, dont les densités s'échelonnent entre 5,22 et 5,53 : Terre = 5,53 ; Vénus = 5,22 : Mercure = 5,33.

Si maintenant nous remarquons que les grosses planètes dont la masse est 222 fois supérieure au total à celle des petites, représentent, par rapport à celles-ci, un volume 1129 fois plus considérable, nous pourrons déclarer *a priori* que le premier groupe envisagé est fort loin de sa condensation finale et que Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune ont bien des chances d'être entièrement gazeux, comme notre Soleil actuel.

Concluons aussi que Mars, la Terre, la Lune, Vénus et Mercure à densité plus forte, ont dû subir une évolution plus rapide et sont plus proches du dernier stade de leur vie astrale.

Que si de semblables conclusions vous paraissent dépasser les prémisses, je pourrai vous répondre que nous en demanderons la confirmation à l'expérience et à l'observation, car il faut toujours se méfier des hypothèses incontrôlables.

D'ores et déjà, il apparaît cependant que l'état d'avancement d'une planète, ce que j'appellerais volontiers son âge relatif, n'a rien à voir avec sa vieillesse absolue ou mieux sa date de naissance. On conçoit fort bien, en effet, que la perte de chaleur par rayonnement, liée au temps, soit surtout fonction du volume, et qu'une planète très petite, comme la Terre, ait une évolution plus rapide, donc vieillisse plus vite qu'un

globe 1341 fois plus gros qu'elle, tel le colosse jovien.

Ainsi se simplifie quelque peu le problème de l'évolution planétaire, puisque nous nous débarrassons du même coup de cette question irritante et qui partage encore les cosmogonistes, à savoir quels sont les premiers-nés dans la famille solaire.

En fait, les observations récentes confirment toutes ces conclusions ; Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune nous offrent des surfaces nuageuses, floconneuses, en perpétuel changement.

Neptune et Uranus, en raison de leur éloignement, sont des objets difficiles, mais, à défaut d'observations physiques toujours délicates, nous avons les mesures d'aplatissement : 1/13 seulement pour Uranus, qui semble animé d'une rotation rapide de 10 à 11 heures. Des bandes diffuses marquent son équateur et, d'après See qui a observé Neptune en 1899, il en serait de même pour cette dernière planète (1).

Heureusement que nous pouvons racheter cette pauvreté d'information par la vision splendide des deux plus grosses planètes.

(1) Depuis, on a pu, à l'aide du spectroscope, déterminer la durée de rotation des deux dernières planètes. Uranus tourne sur lui-même en 10 h. 45 m. et Neptune en 7 h. 45 m.

Le globe de Saturne, 812 fois plus volumineux que la Terre, semble le plus jeune, ou le moins vieilli de toute la série. Sa rotation, qui n'est que de 10 h. 14 m. vers l'équateur, lui donne un aplatissement de 1/9, 5 bien visible dans un modeste instrument. Les nuages qui circulent à sa surface offrent un très fort *albedo* (1) et ne sont pas aussi nuancés de ton que ceux de Jupiter. La jeunesse relative de Saturne explique bien cette différence sur laquelle nous reviendrons.

Avec le monde jovien, nous allons commencer à surprendre le mécanisme de l'évolution planétaire ; cela tient surtout à la grosseur de la planète, qui, aux oppositions favorables, nous présente un disque de plus de 50 secondes d'arc, ce qui nous donne, sous un grossissement de 400 fois, un diamètre apparent 10 fois supérieur à celui de la Lune vue à l'œil nu.

L'immense globe, très aplati, lui aussi (1/16), nous apparaît alors sillonné, d'un pôle à l'autre, de bandes nuageuses parallèles, dont les teintes variées à l'infini, vont du blanc presque pur aux couleurs les plus sombres, en passant par toute la gamme des rouges, des bruns et du vert-olive.

Avec un pouvoir amplificateur suffisant, ces bandes laissent apercevoir une foule de détails qui

(1) *Albedo* : éclat superficiel d'une planète.

en rompent l'homogénéité. Comme sur le Soleil, aucun accident n'est stable à la surface de la planète ; la durée de rotation augmente en approchant des pôles ; le pouvoir réflecteur des couches supérieures est si considérable qu'il atteint presque celui du papier blanc : c'est tout juste si la planète n'est pas lumineuse par elle-même.

Evidemment, Jupiter encore chaud, n'est pas éteint depuis longtemps. Il y a quelques millions d'années à peine, le monde jovien brillait d'un éclat propre, absolument comme une toute petite étoile lumineuse et incandescente. Aujourd'hui, ce n'est plus qu'un demi-soleil. S'il réfléchit encore la lumière de l'astre du jour, il est non moins certain qu'il nous envoie des radiations émanant de son propre fonds et plus particulièrement dans le rouge et l'orangé. J'avais eu pendant des années cette impression d'une chaleur interne, lorsqu'un jour j'eus la bonne fortune de vérifier mon hypothèse. On sait que les passages des satellites devant la planète sont très fréquents, en raison de la faible inclinaison de leurs orbites sur l'écliptique ; or, il arrive bien souvent que dans ces occasions, on suit très nettement la marche de l'ombre d'un satellite sur la surface nuageuse de la planète. Eh bien, ces ombres, au lieu d'être noires, apparaissent fréquemment avec une teinte rouge très

marquée (1). Ainsi, l'endroit de Jupiter qui ne reçoit pas la lumière directe du Soleil et qui devrait nous présenter une absence de radiations ou de couleurs, possède une coloration propre disparaissant seulement sous la luminosité plus forte du Soleil. Il y a donc encore, sous la couche nuageuse, des substances chaudes, probablement portées au rouge sombre, comme les coulées de fonte de nos hauts-fourneaux.

Ainsi s'expliquent certains détails de l'atmosphère jovienne, détails analogues à des panaches de fumée produits par des bouches éruptives sous-jacentes. Comme sur la Terre, la volcanicité y paraît soumise à des fluctuations ; elle offre des périodes de repos alternant avec des phases de paroxysme et la répercussion d'un tel état de choses se fait sentir sur les linéaments de la topographie — qu'on me passe cette expression — du monde jovien.

Les bandes nuageuses, en effet, que l'on compte par trentaines à certaines époques, se répartissent d'une façon très curieuse autour de la zone équatoriale toujours éblouissante ; tantôt, c'est l'hémisphère boréal qui semble le siège d'une plus grande

(1) Th. Moreux : *Les Autres Mondes sont-ils habités ?* p. 53, (Doin Éd. Paris 1922.)

activité, tantôt l'hémisphère opposé ; mais, presque toujours, ce sont les bandes tropicales qui demeurent le plus visibles.

D'où proviennent ces aspects ? Évidemment, comme je l'ai dit, d'éruptions sous-jacentes, mais cette explication admise ne vide pas la question. Il se pose là, à n'en pas douter, un phénomène analogue à ceux que remarquent les astronomes habitués à observer le Soleil ; taches et protubérances subissent des fluctuations périodiques liées, sans aucun doute, à leurs latitudes. L'analogie entre le Soleil et Jupiter se poursuit encore dans la loi de rotation des deux astres, les parties équatoriales tournant plus vite que les régions tempérées et polaires (1).

Lorsqu'en 1900, je fis paraître la première édition du *Problème Solaire*, j'essayai de montrer que la cause de cette accélération était extérieure ; elle était due, pensais-je à cette époque, à la précipitation oblique de poussières s'accumulant surtout dans les zones équatoriales. Les travaux sur la radio-activité m'ont, depuis, permis de connaître la cause même de cette accumulation de matériaux au-delà des surfaces respectives des deux astres. Mais, pour bien comprendre et saisir ce nouveau

(1) Th. Moreux : *Le Problème Solaire*. Paris (1900).

mécanisme, il faut ouvrir un autre chapitre de l'évolution astrale et explorer de nouveaux horizons.

Si nos planètes actuelles ont brillé autrefois d'une lumière propre comme les étoiles et le Soleil, les phases qu'elles traversent en ce moment ne peuvent être que le prolongement de leur évolution stellaire. Ainsi, l'étude des astres brillants doit nous être d'un précieux secours pour aborder celle des corps célestes que le froid de l'espace semble avoir éteints pour toujours.

Natura non facit saltus, disaient les vieux philosophes ; l'adage trouve ici son application. Pourquoi y aurait-il discontinuité entre l'état incandescent, d'abord, celui que nous qualifierons ensuite de demi-soleil, et celui qui est représenté par des corps en partie solidifiés, au moins superficiellement ?

Faisons donc une incursion dans le domaine stellaire ; les fruits que nous en rapporterons ne peuvent qu'être abondants.

Bien que nous puissions discuter encore sur certaines modalités de l'évolution des étoiles, un fait semble désormais acquis : dans la première partie de sa vie astrale, toute masse stellaire est soumise à un accroissement de température, puis passe par

un maximum thermique, pour descendre peu à peu la pente symétrique opposée. La classification de sir Norman Lockyer (1) repose sur ces données qui n'infirment en rien la répartition des étoiles suivant leurs spectres ou leur division générale en étoiles blanches, jaunes et rouges d'après les suggestions du P. Secchi. Mais, à mesure que nos moyens d'investigation augmentent et que s'accroît le nombre des objets examinés, il devient évident que les caractères particuliers se multiplient, les classes s'effacent pour ainsi dire et la loi de continuité apparaît pleinement. Et cependant, malgré la diversité des types, il semble qu'une caractéristique commune les réunisse, la *variabilité dans l'éclat.*

Je m'explique : autrefois, les étoiles variables formaient des classes à part, soigneusement recensées sur des cartes et des catalogues ; on distinguait les types à courtes ou à longues périodes, celles à fluctuations régulières ou irrégulières, etc... Tout cela, on le sentait, était quelque peu arbitraire, mais la méthode semblait pratique pour les observateurs. Maintenant, nous commençons à soupçonner que le phénomène est général ; toutes les étoiles sont affectées par cette périodicité qui semble

(1) S. N. Lockyer : L'*Évolution inorganique.*

une loi essentielle de leur évolution et si quelques-unes d'entre elles paraissent briller d'un éclat toujours serein, la cause en est sans doute à la longueur de leurs fluctuations. Pour un habitant de Capella, notre soleil, lui aussi, malgré ses variations undécennales bien accusées pour nous, paraîtrait un parfait exemple de la constance dans l'éclat.

Il y a mieux : les investigations récentes sur certaines variables telles les Céphéides (type de Céphée) ont montré que les fluctuations sont liées au type spectral, ainsi qu'à l'éclat absolu. La méthode se prête même à des mesures de parallaxe et de distance (1).

Voilà donc un fait général, *la variation*, qui rentre d'une façon précise dans le cadre de l'évolution stellaire. En trouver la cause, serait découvrir du même coup celle de la périodicité de notre soleil; faire un pas en avant vers la solution du problème des taches, des protubérances et de la couronne solaires ; ce serait — tous le comprendront — mettre en pleine lumière le mécanisme des forces qui régissent ces demi-soleils, Saturne et Jupiter qui, eux aussi, manifestent de véritables poussées d'activité. Et qui sait si ces périodes que nous

(1) Cf. Mt *Wilson Contr* nos 151 à 157. V. aussi Th. Moreux *Où en est l'Astronomie*, chap. XIV. (Gauthier-Villars Paris, 1921).

voyons s'allonger de plus en plus à mesure que vieillisent les astres, ne sont pas inscrites sous formes de cataclysmes aux feuillets de l'écorce terrestre disséquée par nos géologues ?

L'énigme vaut la peine d'être creusée, puisque de sa solution dépend, on peut l'affirmer hautement, l'explication des principaux stades de l'évolution des mondes.

Au reste, puisque nous sommes en si bonne voie, ayons le courage d'aller plus avant et de nous demander d'où viennent l'éclat et la chaleur d'un astre ; la réponse à cette double question nous éclairera peut-être sur le fait de leur inconstance et de leur variabilité périodique.

Il y a longtemps que semblable problème a été posé en ce qui concerne notre Soleil. Où l'astre du jour puise-t-il sa provision de chaleur ? Dans une combustion, pensaient les anciens. Réponse enfantine, s'il en fut. Malgré que la chaleur solaire totale représente 550 millions de fois celle que nous en reçevons, si l'ardente fournaise se dévorait elle-même à la façon d'un combustible, comme de l'anthracite par exemple, elle serait anéantie en 5000 ans. Or, le Soleil brille depuis des centaines de millions d'années, comme l'affirme la géologie.

Les savants modernes ont fait appel à la thermodynamique pour résoudre la question : Mayer admettait une chute constante de météorites ; Helmholtz et lord Kelvin ont eu recours à la contraction. Ni les uns, ni les autres ne sont arrivés à des résultats vraisemblables. C'est alors que Faye pensa aux combinaisons chimiques : celles-ci, en effet, dégagent de la chaleur ; en supposant l'identité des substances en jeu , on a l'explication de la constance de la radiation solaire pendant de longues périodes. Dans ce cas, l'incandescence serait obtenue à l'aide de poussières solides s'incorporant dans la masse (1).

Eh bien, nous sommes encore loin de la solution ! La quantité d'énergie fournie par le Soleil est telle que ni les réactions entre molécules, ni même celles qui auraient lieu entre atomes, ne pourraient en rendre compte ; cependant, et c'est ce qu'a montré récemment M. Briner, nous arriverions à un résultat satisfaisant en nous adressant à des quantités plus petites que les atomes, aux ions ou aux électrons ; c'est-à-dire que l'énergie comme la radiation solaire, ne peuvent avoir leur source que dans les phénomènes de désintégration

(1) V. *Problème Solaire* et Th. Moreux : *Les Énigmes de la Science* T. I.

atomique et que toutes les deux relèvent de la radioactivité (1).

Que toutes les substances soient plus ou moins radioactives ; que, par conséquent, il en existe de telles dans tous les astres, dans le Soleil aussi bien que dans Jupiter ou à l'intérieur de la Terre, ceci ne fait plus aucun doute ; or, admettre cette proposition, c'est résoudre le problème posé et, par des corollaires logiquement déduits, surprendre le secret du mécanisme de l'évolution stellaire.

Donnons quelques chiffres pour concrétiser notre pensée : d'après Joly, la chaleur fournie par la désintégration atomique est telle que si la Terre par exemple, contenait deux parties seulement de radium (ou de substance analogue) pour un million de millions de parties de matière, cela suffirait pour augmenter la température du noyau central de 1800 degrés, au bout de cent millions d'années. Dans le même ordre d'idées, l'énergie d'une tonne d'uranium transformée en lumière pourrait éclairer Paris pendant six années !

Nous voilà donc en possession d'une source de lumière et de chaleur ; transportons-la dans le Soleil et nous avons l'explication de la radiation

(1) V. E. Briner, dans *Rev. gén. des Sciences*, 1916, p. 270.

et de la chaleur que l'astre distribue autour de lui ; mais le phénomène n'est pas que superficiel, dans les couches sous-jacentes à la surface visible, la désintégration des matériaux continue ; les atomes explosent sans doute, mais les poussées y sont équilibrées par les pressions des masses supérieures jusqu'au moment où l'accumulation des substances désintégrées finit par l'emporter ; c'est alors que la carapace vole en éclats et que nous assistons à des soubresauts de l'activité solaire en apparence assoupie pendant des années.

Généralisons le phénomène ; imaginons-en les modalités en rapport avec le volume, l'âge relatif, l'état d'avancement des substances de l'astre et nous sommes à même de comprendre à la fois la constance apparente comme l'énormité de la radiation des étoiles incàndescentes, leurs fluctuations d'éclat dont les périodes s'allongent avec le temps aussi bien que ces poussées violentes subsistant dans les planètes que le froid de l'espace finit par recouvrir d'une cuirasse plus ou moins facile à transpercer.

Cette théorie qui doit, n'en doutez aucunement, prendre bientôt rang dans la science, va nous guider maintenant dans l'explication des faits constatés à la surface des planètes déjà vieillies par e temps ; elle restera comme la confirmation de

ces paroles prophétiques de Soddy : « Lents, incessants, irrésistibles, immuables, si faibles d'apparence qu'il était réservé à notre génération de les découvrir, les phénomènes de radioactivité apparaissent déjà, quand on les exprime en fonction d'une échelle plus étendue de temps et d'espace, comme les causes dernières de l'évolution physique » (1).

L'histoire des planètes, après la phase primordiale que nous présente Jupiter, nous apparaît inscrite dans l'écorce de notre propre globe et c'est à la géologie qu'il appartient de nous la raconter.

A l'abri d'une atmosphère lourde de vapeurs métalliques, peu à peu s'est élaborée la croûte terrestre, la *lithosphère*, dont l'épaisseur augmente chaque jour. Au début, l'instabilité de cette couche fut la règle ; sans cesse déchirée par les éruptions de gaz sous-jacents, il lui fallut quelques millions de siècles pour acquérir la consistance que nous lui connaissons, des millions d'années avant que le phénomène de la vie pût se développer à sa surface.

Laissons aux géologues le soin de déchiffrer ces énigmes et prenons la Terre au moment où l'élément liquide peut s'y déposer. Dès cette époque, notre climatologie devient tributaire des fluctuations du Soleil.

(1) *Rev. Scientifique*, 1919, p. 549.

Sans doute, pendant de longs millénaires, la chaleur interne du globe fusera à travers l'écorce et c'est la meilleure explication de ce fait qu'aux temps secondaires une flore analogue à celles de nos régions tropicales avait pu envahir les pôles de la Terre ; mais dès la fin du Jurassique, le jeu des saisons se fait sentir ; les courants aériens enlèvent à l'océan de larges masses liquides qu'ils vont répartir sur les surfaces continentales. Est-ce à dire que l'évolution planétaire va se continuer lentement et sans soubresauts ? Pas du tout.

Après de longs assoupissements, la volcanicité reprendra ses droits et les phénomènes de radioactivité, toujours à l'œuvre pour désintégrer les matériaux internes, amèneront de nouvelles poussées des gaz enfermés sous pression. Rompant les parois de leur prison trop étroite, ils bouleverseront les assises en apparence les plus stables et remanieront périodiquement la face de la Terre.

C'est ainsi que nous voyons l'activité interne, endormie en Europe pendant presque toute la durée des temps secondaires, se réveiller soudain et donner lieu sur toute la surface terrestre à des manifestations d'une ampleur extraordinaire (1).

Une série de plis gigantesques se dressent alors

(1) Cf. Th. Moreux : *Les Tremblements de Terre*, ch. XIII. Paris 1909.

depuis l'Espagne jusqu'aux Indes Orientales contre le bord de l'ancien continent septentrional : ce sont les Pyrénées, les Apennins, les Alpes et le puissant massif de l'Himalaya. Les volcans se rallument et au climat tempéré, dont jouissaient même les régions polaires, nous voyons succéder une période glaciaire toujours consécutive aux émissions gazeuses vomies par les bouches éruptives.

Ces cataclysmes survenant après de longs repos sont la règle générale dans l'histoire de la Terre ; il y a un demi-siècle seulement les géologues ne les admettaient pas et leur esprit répugnait aux théories dites catastrophiques. Et, cependant, ces bouleversements soudains, ces véritables révolutions du globe peuvent seuls nous livrer la clef d'énigmes réputées jusque-là insolubles ; telles la présence de nombreuses périodes glaciaires à toutes les époques géologiques, la disparition subite d'espèces singulièrement armées dans la lutte pour la vie, la suppression des premiers organismes dont toute trace a été anéantie par l'envahissement de la *pyrosphère* (1), cette partie intérieure de l'écorce où les substances ne peuvent exister qu'à l'état de fusion et qui, périodiquement, furent chassées vers l'extérieur.

(1) Cf. P. Termier : *Les Énigmes de la Géologie*, dans *Rev. des Qu. Sc.*, janvier 1920.

Ces manifestations de la chaleur interne, qui n'atteste aujourd'hui sa présence que par de rares bouches volcaniques disséminées au pourtour des cassures de la croûte terrestre, sont-elles terminées ou bien reviendront-elles avec leur ampleur d'autrefois au cours des siècles futurs ? Nul ne saurait le dire.

Quoi qu'il en soit, après de longues périodes qu'aucun géologue ne saurait évaluer, le froid de l'espace aura finalement raison des énergies calorifiques ; peu à peu, l'écorce solide gagnera en profondeur, la mince couche liquide formant les océans se décomposera, absorbée par les roches ou les substances métalliques internes, et pour un spectateur, situé à quelques millions de kilomètres dans l'espace, la Terre apparaîtra sous la forme du globe de Mars vu de notre actuel séjour.

A l'inverse de la planète Vénus qui semble dans le ciel une réplique de la Terre et qui paraît en être au même point de son évolution, Mars, en effet, dont le globe est six fois et demi plus petit que le nôtre, a dû vieillir beaucoup plus vite. Aussi quelle différence d'aspect !

De la planète Vénus nous n'apercevons rien, qu'une épaisse couche nuageuse où le spectroscope décèle la vapeur d'eau, et ceci ne saurait nous étonner quand on songe à sa proximité du Soleil

qui entretient à sa surface une abondante évaporation. Mars, au contraire, nous laisse deviner tous les traits de sa topographie à peine voilée par une légère enveloppe aérienne.

Sur son disque tournant sous nos yeux en 24 heures et 37 minutes, nous distinguons nettement le jeu des saisons. Comme chez nous, la planète incline alternativement ses deux pôles vers le soleil ; l'hiver martien voit s'y développer des calottes glaciaires dont la fusion s'active généralelement au cours de l'été suivant. Nul doute que nous nous trouvions en présence de neiges analogues aux nôtres ; mais la fusion totale des calottes polaires, même pendant un été deux fois plus long que sur la Terre, nous prouve à l'évidence que la glaciation y est moins abondante. C'est que là-bas, en raison d'une atmosphère raréfiée où la pression atteint à peine le douzième de la nôtre à l'altitude du sol, de grandes masses d'eau ne sauraient subsister à l'état liquide. Nous ne sommes plus dupes de la signification des mots *mers* et *canaux* par lesquels nos prédécesseurs avaient désigné les larges taches sombres couvrant ça et là le disque martien.

Même dans les instruments de modeste puissance, comme celui qui sert à mes observations, les *mers* apparaissent sous la forme d'une marqueterie aux

aspects incessamment changeants, et leur variation de couleurs est nettement saisonnière ; vert au printemps, le fond des taches se mue insensiblement vers les tons de feuilles mortes à mesure que l'automne les envahit. Il en est de même pour les *canaux* constitués par des séries de taches plus faibles, alignées suivant un réseau, complexe sans doute, mais qui n'offre vraiment aucun caractère artificiel, comme le prétendait Lowel, le célèbre astronome américain (1).

Dès lors, en quoi consiste donc cette fameuse « Énigme martienne » dont on nous a tant parlé ? Je puis vous la résumer en quelques mots.

La loi de Stéfan, à laquelle il est légitime de faire subir quelques corrections que j'ai indiquées dès 1905, montre que la température de Mars, en moyenne, doit être de 37 degrés environ au-dessous de zéro. Dans ces conditions, comment pourrons-nous concilier nos observations : fonte des neiges polaires, variations saisonnières dues à la végétation probablement, avec nos calculs théoriques ? En un mot, comment expliquer que la planète Mars semble jouir d'un climat auquel ne lui donne pas droit sa grande distance au Soleil ? Toute la question est là.

(1) Cf. Th. Moreux. : *Les Autres mondes sont-ils habités ?* et *Rev. gén. des Sciences*, art. de Th. Moreux sur Mars, 30 novembre 1906 et 30 janvier 1909.

Pour la résoudre, j'ai commencé à faire observer qu'il s'agit de température moyenne, qu'il faut tenir compte de la chaleur reçue par le sol et de celle de l'air ; que sur Mars, les pôles boréal et austral restent inclinés vers le soleil pendant une période deux fois plus longue que chez nous, puisque l'année martienne atteint le double de la nôtre, l'inclinaison de l'axe de rotation étant à peu près le même pour les deux planètes. Or, par analogie avec ce qui se passe sur la Terre dans les régions polaires, où l'écart de température entre le sol et l'air ambiant atteint parfois 42 degrés centigrades, il est aisé de voir que la surface martienne peut rester bien au-dessus du point de congélation de la glace dans toutes les régions, au cours de la belle saison (1).

Ainsi disparaît cette opposition entre le calcul et l'observation, et tout s'explique le plus naturellement. Sans doute, un animal à conformation élevée ne saurait vivre sur Mars ; cependant, à la surface de son sol, les plantes poussant au sein d'une atmosphère même raréfiée, mais saturée d'humidité, et analogue à nos mousses, à nos lichens, ou encore à l'alfa de nos déserts sahariens, pourraient fort bien végéter.

(1) Cf. *Les Autres Mondes...*, chap. VIII.

Un détail enfin et qui montre jusqu'à quel point peut subsister l'analogie entre la climatologie terrestre et celle de ce monde qu'anesthésie lentement le froid des espaces. Alors qu'en 1914, je montrais pour la première fois que les fluctuations solaires ont une répercussion sur le nombre des icebergs en dérive dans l'Atlantique, donc sur la fusion de nos glaces polaires (1), M. Eug. Antoniadi, deux années plus tard et sans avoir aucune connaissance de mes travaux à ce sujet, arrivait à une conclusion analogue en ce qui concerne la disparition graduelle des calottes neigeuses aux pôles de la planète Mars (2).

Ainsi se confirme cet axiome des vieux philosophes que « les mêmes causes produisent les mêmes effets » ; les lois de la nature sont générales dans toute l'étendue de l'Univers et nous n'avons pas le droit, sans sortir des limites de la science rationnelle, de les imaginer différentes dans les diverses parties de la création.

Gardons-nous toutefois de croire que tous les mondes soient calqués sur le même modèle. Bien que les lois de la mécanique soient les mêmes dans l'ensemble du Cosmos, elles conservent leur caractère de lois-limites, c'est-à-dire qu'elles sont tou-

(1) Cf. *Petit Journal*, 9 mai 1914.
(2) V. *Rev. du Ciel*, déc. 1916.

jours fonction de l'espace et du temps, et c'est la tâche du véritable savant de rechercher soigneusement les conditions qui peuvent les faire varier, parfois même les masquer ou les annihiler en apparence.

Un astre très voisin de nous et le mieux connu des astronomes va nous offrir immédiatement l'occasion d'appliquer ces principes.

Il s'agit, vous l'avez deviné, de notre satellite, que nos puissants instruments nous permettent de disséquer dans les moindres détails. A contempler sa surface, plus d'un géologue puiserait peut-être des enseignements précieux, relatifs à la connaissance de notre sphéroïde ; mais, par contre, tous seraient non moins étonnés de constater les énormes dissemblances de l'orographie terrestre et lunaire. Pourquoi ces visages si totalement différents ? Dans la grande nébuleuse originelle, les deux astres n'ont-ils pas été formés d'identiques matériaux accumulés en une même région ?

Oui, sans doute, mais il peut se faire que, de chaque côté, le mode de formation ait pu varier et c'est ce que nous examinerons.

En attendant, notons avec soin les caractéristiques du relief lunaire. Quelques soirées, l'œil au télescope, et nous aurons tôt fait de constater l'ab-

sence à peu près complète sur la Lune de grandes chaînes de montagnes analogues aux nôtres. Les pics isolés sont très nombreux et proportionnellement beaucoup plus élevés que chez nous ; cette dernière particularité s'explique fort bien par la faiblesse de la pesanteur qui, là-bas, atteint à peine le sixième de ce qu'elle est sur la Terre ; ajoutez à cela l'absence de toute dynamique externe, donc ni vents, ni pluies, ni érosion par suite du manque d'atmosphère et vous comprendrez que le monde lunaire, depuis les dernières convulsions de l'écorce, a dû garder sa fixité dans le silence et la mort.

Ces soubresauts de l'activité interne ont dû être nombreux et fréquents, à en juger par l'aspect cratériforme de notre satellite, aspect qui nous permet jusqu'à un certain point de retracer son histoire passée.

Oh ! je n'ignore pas que sur ce dernier point l'unanimité est loin d'être faite ; raison de plus pour que chacun de nous ait quelque droit de raconter à sa manière les fastes qui marquèrent le règne de la blonde Phœbé. Au surplus, je n'imaginerai rien en dehors des combats dont sa face a gardé les cicatrices. Suivez mes indications à l'aide de nos photographies.

Ce qui nous frappe surtout en regardant ce cliché de la pleine Lune, ce sont les larges plaines

sombres. Trompés par l'insuffisance de leurs moyens optiques, nos prédécesseurs avaient décoré ces surfaces du nom de *mers* ; plaines basses plutôt, dont l'eau fut peut-être toujours absente. Certaines d'entre elles comme l'*Océan des Tempêtes* sont comparables, toutes proportions gardées, à nos plus vastes fosses abyssales et il faut admettre, pour les expliquer, la théorie des *effondrements* si bien prouvée par nos recherches géologiques terrestres (1).

Nous savons en effet que, même dans les âges récents, des compartiments entiers de notre écorce se sont affaissés, donnant naissance à de larges mers comme l'Océan Atlantique ou mieux la grande fosse du Pacifique ; mais, de la cause de semblables phénomènes, nous ne savons rien. Tout au plus, pourrait-on recourir à l'hypothèse un peu risquée du tétraèdre de Green (2) : en diminuant de volume, les planètes se dégonflent et tendent vers la forme pyramidale. Cette apparence qui ne s'est manifestée sur la Terre que fort tard a dû survenir dès le début de la formation de notre satellite. Sous l'effet de la contraction née du refroidissement rapide (en raison de son faible volume), la Lune a vu ses matériaux refluer en

(1) Cf. Art. de TERMIER, *j. cit.*

(2) Cf. *Les tremblements de Terre* de TH. MOREUX, chap. VII.

des régions privilégiées qui se sont ainsi exhaussées.

Mais, à partir de ce moment, la formation des deux globes va différer du tout au tout et vous allez en comprendre les raisons.

Tout d'abord, remarquez que la Terre est un astre près de 50 fois plus gros que la Lune ; la marche du refroidissement et l'épaississement de l'écorce terrestre a donc été plus lente chez nous ; il s'en est suivi qu'à chaque instant la croûte solide a dû s'appuyer, dans le cas de la Terre, sur un noyau qui se contractait en se refroidissant et qui perdait aussi de sa substance par les éruptions, d'où les plissements qui ont formé les montagnes.

Le même raisonnement pourrait peut-être, à la rigueur, se soutenir pour la Lune ; mais ici une nouvelle cause intervient. Notre satellite n'a pu que se former lentement, ses matériaux étant tiraillés à la fois par la Terre et le Soleil et je n'en veux pour preuve que sa faible densité.

Dès lors, au lieu de plissements et de rides, nous allons voir se produire tout le contraire. Dans le cas d'une formation lente, en effet, les substances qui venaient s'ajouter au noyau déjà formé ont opéré leur condensation d'une façon plus régulière ; la contraction avait donc le temps

de s'effectuer au fur et à mesure de cette condensation. Les derniers amas, ceux de la couche superficielle, se sont donc réunis à un noyau qui devait fort peu se contracter dans la suite ; cette couche est donc vite devenue trop petite pour envelopper ce même noyau, d'où naissance non de plis, mais de fractures dans l'écorce.

Cette théorie n'est pas nouvelle ; je l'ai proposée pour la première fois en 1898 dans un mémoire publié par la *British Astronomical Association* à propos de la planète Mars (1) à laquelle elle s'applique aussi nettement. Or, circonstance remarquable, l'hypothèse se vérifie admirablement sur notre satellite. Tous ceux qui ont étudié la Lune savent que le détail le plus caractéristique de son orographie consiste en de longs rayonnements partant de certains cirques, tels que Tycho, Aristarque et Copernic ; beaucoup d'entre eux affectent la forme d'arcs de grand cercle et se continuent sur de longs parcours atteignant parfois plus de 5 500 kilomètres ; le plus curieux, c'est qu'ils ne semblent guère se préoccuper des accidents de terrain ; on les suit avec la même intensité, la même coloration claire, aussi bien sur les sommets que sur les flancs des remparts et des arènes intérieures, où générale-

(1) *Rev des Qu. Sc : Vues nouvelles sur la Planète Mars* par Th. Moreux, juillet 1898.

ment ils vont deux par deux, dans un parallélisme parfait.

Voilà les premièrs linéaments de l'orographie lunaire et à la suite de Nasmyth et de Daubrée, j'ai pu parvenir à les reproduire artificiellement et, qui mieux est, j'en ai donné la raison ; d'autre part, j'ai montré que le réseau polygonal sous-jacent à toutes les formations postérieures et que laissent entrevoir les clichés de l'Atlas photographique lunaire obtenus à l'Observatoire de Paris, que ce fameux réseau trouve la raison de son existence dans des causes analogues. En d'autres termes, les cassures se sont opérées sur une échelle qui diminuait avec le temps et à mesure que s'épaississait l'écorce (1).

Dès lors il était naturel, conformément à la théorie des soubresauts volcaniques dont j'ai esquissé le mécanisme, que ces cassures fussent un jour ou l'autre injectées par le magma intérieur sous forme d'épanchements métalliques, que ces cassures enfin fussent les régions privilégiées où vinrent peu à peu s'installer les cratères conformément à ce qui se passe sur notre globe, c'est-à-dire dans les endroits de moindre résistance.

Ne nous méprenons pas cependant sur la signi-

(1) Même article, *j. cit.*

fication du mot *cratère* ; ces larges excavations, sur la Lune, n'ont à peu près rien de commun avec nos bouches volcaniques ; le nom de *cirques* leur convient beaucoup mieux, car certaines de ces formations atteignent plus de 200 kilomètres en diamètre.

Inutile de dire qu'on a beaucoup discuté sur l'origine de ces objets dont la surface lunaire est littéralement recouverte. Ici encore, mes théories sont à même de tout expliquer. Après un long repos, les forces internes se sont réveillées et elles se sont ruées à l'assaut de la cuirasse qui les enveloppait. Cette fois, les endroits de moindre résistance furent le plancher des alvéoles dont elles avaient déjà injecté le pourtour. Sous la pression croissante venue de l'intérieur, ce plancher se courba en forme de dôme, finit par éclater en son milieu, puis s'affaissa après les coulées des laves métalliques, donnant lieu à la présence d'un piton intérieur (1). Et la preuve que tout s'est bien passé de cette façon, c'est que dans la plupart des cas les épanchements ont débordé sur les flancs extérieurs des remparts ; parfois aussi les laves n'ont pas dépassé le haut des crêtes et se sont solidifiées dans l'arène, formant comme au cirque de

(1) V. *Un Jour dans la Lune* par Th. Moreux (Fayard, éd, Paris 1912).

Wargentin, un large plateau uni, parfaitement circulaire.

Et ce même mécanisme s'est reproduit à toutes les époques de l'histoire de la Lune ; mais avec le temps, il a diminué en intensité. Telle est la meilleure explication que nous puissions donner de la disposition en vertu de laquelle les petits cirques se sont installés sur les plus grands qu'ils ont presque toujours disloqués.

J'ai déjà fait remarquer que cette théorie de la formation lunaire pouvait fort bien s'appliquer à la planète Mars (1). C'est ici le lieu de compléter ma pensée. En fait, Mars est un monde relativement petit par rapport à nous ; sa densité égale à peu près celle de la Lune et la raison doit en être cherchée dans le voisinage de Jupiter. Par sa puissante attraction, non seulement le monde jovien a privé Mars d'une partie de ses matériaux, mais il a encore ralenti la condensation de ceux qui lui étaient destinés. Mars s'est donc formé lentement à l'instar de la Lune. Comme l'écorce de cette dernière, son sol a dû se fendiller et, soit que la volcanicité n'ait pas atteint l'ampleur des forces qui ont façonné le relief de notre satellite, soit que

(1) V. *Rev. Qu. Sc.* juillet 1898.

l'érosion ait adouci les pentes des cassures, ces dernières ont subsisté, donnant lieu à cet enchevêtrement de canaux fins aperçus par différents observateurs.

Ceci admis, il ne serait pas étonnant que la végétation se fût conservée au fond de ces drainages naturels. Malheureusement, la grande distance de Mars rend bien difficile la vérification de nos hypothèses touchant la nature des linéaments de la planète. Toute conjecture même sur la valeur de son relief nous demeure interdite, en raison de l'absence presque complète de phases qui pourraient mettre en évidence l'existence de hauts massifs montagneux.

Il est regrettable que Mercure, toujours perdu dans les feux du Soleil, soit si difficile à observer ; il nous fournirait un nouvel exemple peut-être d'un type évolué. De dimensions peu supérieures à celles de la Lune, Mercure m'a paru privé d'atmosphère, aux occasions assez rares où j'ai pu m'en rendre compte (1). La densité de la planète, presque égale à la nôtre, ne nous autorise pas cependant à voir en elle une réplique de notre satellite. Attendons des observations plus complètes pour nous prononcer.

(1) *C. R. de l'Académie*, 18 nov. 1907 note de Th. Moréux.

Si, arrivés au terme de notre voyage interplanétaire, nous faisons le bilan de nos acquisitions, nous serons contraints de constater avec une certaine mélancolie que les problèmes posés sont loin d'être tous résolus.

D'une façon générale, nous voyons que les atmosphères des planètes diminuent à mesure que ces astres vieillissent, mais nous ne saurions en donner une raison péremptoire. Il se trouve en effet que les corps les plus évolués sont les plus petits et ce sont précisément ceux-là qui sont privés en tout ou en partie de leur enveloppe aérienne.

Est-ce un effet de l'évolution ou bien suivant, le Dr Stoney, la cause doit-elle en être recherchée dans l'insuffisance des faibles masses à retenir les gaz sous forme d'atmosphère ? La dernière hypothèse paraît assez futile et j'ai eu l'occasion maintes fois d'en montrer toute l'inanité (1).

Reste aussi la question angoissante pour l'humanité de l'avenir de la Terre. Si, conformément aux théories que je viens de vous exposer, les planètes subissent, même après la formation d'une écorce solide, des bouleversements périodiques provenant de l'activité interne, qui peut nous assurer que

(1) V. en part. *Les Énigmes de la Science* T. I.

celle-ci ne va pas un jour se réveiller soudain et remanier nos continents ? Ne voyons-nous pas à chaque instant des bouches éruptives se former là où de mémoire d'hommes rien n'avait décelé l'instabilité du sol ? Et qu'est-ce que la durée des générations humaines comparée à la vie astrale d'une planète ?

Que de catastrophes, que de changements depuis les quelques centaines de millions d'années qui marquent au cadran du temps la naissance de la Terre !

Tout nous porte à croire que les paroxysmes de la volcanicité, liés à tout un ensemble de réactions intra-atomiques internes, espacent les intervalles de temps qui les séparent ; soit, mais ce n'est là qu'une indication tout à fait imprécise et nous n'avons aucune idée de l'heure où surviendra le prochain soubresaut.

L'histoire de la Terre racontée par les stratifications qu'étudie le géologue est là pour nous dire qu'après chacune de ces révolutions, la face de notre globe était à peu près méconnaissable ; continents engloutis, disparition presque totale d'espèces dont nous voyons à peine les traces, déluges partiels d'une violence inouïe, tels furent à de nombreuses reprises les résultats de ces catas-

trophes dont l'existence répugnait tant à nos prédécesseurs immédiats (1).

Dès lors, l'astronome a le droit de se demander en regardant notre satellite, si nous n'avons pas devant les yeux l'image terrible de ce que sera la Terre après que les dernières convulsions auront secoué son écorce et que les laves bouillonnantes brisant leur prison auront détruit à sa surface jusqu'aux dernières traces de la vie.

(1) Cf. Art. de Termier, j. cit.

Les limites de notre science

On a beaucoup parlé en ces derniers temps de la *faillite de la Science*, expression d'une portée considérable, car elle ne tend rien moins qu'à rabaisser l'esprit humain en niant pour lui la possibilité de la recherche des causes.

Il serait plus juste, à mon sens, de proclamer la faillite des savants. Jusqu'ici on a plutôt abordé le problème des limites de la Science, en se plaçant surtout au point de vue philosophique ; il m'a paru intéressant de reprendre la question sur le terrain purement scientifique.

Si nous admettons que le but de la Science est de donner à l'homme « le mot des choses » suivant l'expression de Renan, il faut rechercher ce que les savants ont trouvé dans les domaines les plus divers.

Avons-nous d'abord le *mot des choses* en mathé-

mathiques ? Il semble qu'ici l'homme de Science puisse sans forfanterie étaler son savoir, car « la mathématique, » suivant le langage usité au XVIIe siècle, a toujours passé pour la Science exacte par excellence.

Auguste Comte, le père du matérialisme contemporain, ou plutôt son vulgarisateur, les positivistes de l'ancienne école et tous les vieux savants d'outre-Rhin étaient loin d'imaginer le sort que réservait l'avenir aux sciences exactes.

En faisant de la Géométrie et de la Mécanique, nous sommes encore tributaires de l'expérience, nous agissons sur les données des sens, et il est démontré aujourd'hui que nos vérités géométriques n'ont rien de nécessaire. Si la somme des angles d'un triangle est égale à deux angles droits, c'est-à-dire à 180 degrés, cela tient à une condition particulière de l'espace dans lequel Dieu nous a placés et qui est tel parce que l'Auteur de la nature l'a voulu ainsi.

Si nos corps matériels eux aussi, étaient bâtis d'autre façon, nous aurions été amenés à fonder une autre géométrie.

Est-ce à dire qu'il faille répudier celle dont nous nous servons ? Pas le moins du monde.

Henri Poincaré disait que nous avons été amenés à employer notre géométrie parce qu'elle est *plus*

commode que toute autre. Et le mot a fait école depuis, parce qu'il est *plus commode* d'adopter les idées d'autrui que d'en fabriquer de nouvelles.

En réalité, notre géométrie est mieux que cela ; elle est exacte dans les limites où nous observons les faits, mais nous ne saurions en découvrir ce que l'on pourrait appeler les ressorts cachés. Ici encore, le pourquoi des choses nous échappe ; la Science constaste puis, comme le garde champêtre légendaire, elle fait un rapport et c'est tout. Défense d'aller plus loin ! Aussi avant que le mathématicien pénètre dans ce royaume fantastique, il trouve le mystère.

Qu'est-ce que la ligne droite ? personne ne le sait ; la notion semble claire pourtant et cependant nul savant n'a pu donner de la droite une définition parfaite.

Il y a mieux : Personne n'a jamais aperçu de ligne droite dans la nature ; la règle la mieux dressée, vue au microscope, n'est qu'un assemblage grossier de parties irrégulières.

On se contente souvent de dire que c'est le plus court chemin d'un point à un autre, mais outre que nous ne faisons qu'énoncer une propriété de la ligne droite, sans faire avancer la question d'un pas, nous nous appuyons maintenant sur une notion aussi obscure. Savez-vous à quoi répond un

point ? qu'est-ce qu'un point ? une chose qui n'a aucune dimension : ni épaisseur, ni longueur, ni largeur ; et nous admettons qu'un point se mouvant, peut former une ligne.

Ceci ressemble fort, j'imagine, à « cet ombre de laquais qui, avec l'ombre d'une brosse, frottait l'ombre d'un carosse ».

Autant dire que le point mathématique n'est rien du tout. Et cependant, c'est sur cette notion du point que nous avons bâti notre géométrie, et celle-ci s'accorde avec les faits que nous avons journellement sous les yeux. Bon gré, mal gré, il faut bien admettre qu'il y a là une part de vérité.

En fait, la géométrie, fille à la fois du raisonnement et de l'expérience, s'appuie sur des données que personne ne saurait nier, et, à bien prendre, puisque nous parvenons par des abstractions à construire un édifice stable, harmonieux et qui répond à la réalité, c'est que l'homme possède en lui une faculté qui dépasse les données des sens. Cette faculté d'abstraire dont nous usons, suppose donc autre chose que la sensation. Il faut que nous soyons doués de raison et que nous ayons en nous quelque chose d'*immatériel* pour que nous puissions concevoir *autre chose que dé la matière.*

Ce quelque chose, c'est notre *âme*, qui pense, qui remue des idées, qui surpasse les sensations.

Voilà où aboutissent les considérations mathématiques lorsque, sans parti pris, le savant réfléchit sur les matériaux qu'il emploie.

Sous ce rapport, il faut le constater et crier cette vérité au quatre coins du ciel, les mathématiciens actuels ont mis le matérialisme et le positivisme en très mauvaise posture.

Qu'on examine la question sous une face quelconque et toujours on sera obligé de constater que pas une science mieux que la géométrie, ne prouve que dans le monde, il y a deux choses irréductibles : la matière et l'esprit.

La matière qui nous est est donnée telle quelle, composant l'étoffe sensible de l'univers, avec ses lois que l'homme peut arriver à connaître en partie, avec ses forces qu'il utilise ; la matière qui évolue et se meut suivant des principes que nous constatons, mais qu'elle n'a pu inventer et qui lui sont imposés par un Être supérieur ; la matière agit partout et toujours suivant une fin voulue par Dieu et déterminée par lui.

Mais seule dans le monde, elle n'explique rien car elle ne rend pas compte de la sensation, encore moins de l'idée, qui relèvent l'une et l'autre de quelque chose qui ne ressemble pas à la matière, qui lui est même tout à fait dissemblable ?

L'idée est un fait psychologique, donc une

donnée expérimentale que tout homme est à même de constater et si la science est vraiment la recherche des causes, notre devoir, et celui du savant, doivent être avant tout l'essai d'une explication d'un phénomène aussi mystérieux et aussi différent des phénomènes qui ressortissent à la matière.

A partir de cette étape, je vous l'accorde, la science quitte les régions de son domaine exclusif et laisse le champ libre aux philosophes ; nous avons atteint les limites de la science ; soit, mais la géométrie, par définition, s'occupe de l'espace et l'espace c'est tout ce qui nous entoure ; c'est encore la matière, l'air que nous respirons, l'eau, la Terre, le Soleil, les étoiles et ce milieu subtil et transparent que les physiciens appellent l'éther.

Il semble donc que la science humaine n'a pas dit son dernier mot et le géomètre passe la parole au physicien. N'est-ce pas à ce dernier qu'en fin de compte, il nous faut nous adresser si nous voulons des renseignements utiles sur la substance matérielle, celle qui compose notre corps, et au milieu de laquelle nous passons notre existence ?

Après les découvertes sensationnelles des derniéres années : rayons X, radium, télégraphie sans fil, ondes électriques, chimistes et physiciens n'auraient-ils rien à nous dire sur la constitution

intime des corps, sur la structure de la molécule, sur la dernière partie de la substance matérielle ? Dans ce nouveau champ d'expériences, quelles frontières ne pourra-t-elle dépasser ? C'est précisément ce que nous allons voir.

Toute la physique et la chimie semblent aujourd'hui faire converger leurs efforts sur la solution d'un problème capital : la constitution de la matière.

A vrai dire, la question n'est pas si neuve qu'elle paraît, puisque les anciens avaient inventé les atomes crochus qui, en tombant, se rassemblaient pour former les différents corps de la nature.

L'idée même d'une matière unique dont toutes les substances seraient formées n'est pas due à nos modernes chimistes. Dans *D'où venons-nous ?* et dans *l'Alchimie moderne*, j'ai déjà traité cette question avec tous les développements qu'elle comporte, mais en ce qui regarde la vraie constitution de la matière, nous ne sommes guère plus avancés.

Il m'importe peu, en effet, de savoir si tous les corps sont formés de particules d'hydrogène ou de quelque substance plus légère encore ; si ce morceau de fer, par exemple, est un corps simple ou composé ; ce que je demande au physicien, c'est de me dire si nous pouvons caresser le rêve d'atteindre par le microscope ou par quelque autre

procédé purement expérimental, la dernière particule matérielle, auquel cas notre science humaine aura donné dans cet ordre d'idées tout ce que nous pouvons lui demander ; en d'autres termes, avons-nous atteint, dans cette voie, les dernières limites du possible, et si non, pouvons-nous espérer les toucher un jour ?

Voilà ce qu'il importe d'établir avant tout, sans quoi, la question posée reviendra indéfiniment sur les lèvres des générations futures.

Enoncé sous cette forme, un tel problème n'aurait comporté, au commencement du XIXe siècle, aucune solution exacte. Aujourd'hui, quelle que soit la réponse à enregistrer dans la bouche des savants nous allons voir que la science n'a pas failli à sa tâche, mais, encore une fois, il ne faut pas lui demander plus qu'elle ne saurait fournir.

Notre problème peut être abordé par deux côtés distincts ; les deux issues nous conduiront vers des horizons merveilleux bien dignes de fixer un instant notre attention. Tout dans la nature, je veux parler de l'univers matériel, se ramène à des mouvements.

Le rayon parti du Soleil renferme en lui des énergies qui se font sentir sous des formes différentes, mais qui, au fond, ne sont que mouvement. Ce rayon tombe sur une masse liquide, et aussitôt

les molécules de l'eau, par exemple, se mettent à vibrer ; elles se libèrent de la masse : l'évaporation commence. Que ce pouvoir calorifique s'exerce en vase clos, et nous avons la marmite de Papin ; la vapeur atteint d'énormes tensions, et si le couvercle de notre marmite est transformé en piston, lié lui-même à une bielle et celle-ci à une roue, nous avons construit une machine motrice. Nous retrouvons une partie de l'énergie primitive. Je dis une partie, car le frottement en absorbe une certaine quantité, la vapeur elle-même s'électrise.

Ainsi, notre force primitive se retrouve sous des aspects divers ; libre à nous de nous en servir au mieux de nos intérêts, et c'est aujourd'hui une assertion presque banale que d'affirmer l'unité des forces physiques. Avec un simple mouvement mécanique, l'homme peut à son gré se procurer de la chaleur, même du froid ; de l'électricité aussi bien que de la lumière.

Le phénomène, étudié de plus près, nous conduit cependant au sein des arcanes les plus mystérieux de la matière, et c'est là que l'intérêt commence pour le physicien ; pour celui du moins qui n'est pas un manœuvre, mais qui sait voir, comparer et juger.

Voulez-vous une expérience simple ? Armez-vous d'un tisonnier et frappez la barre de métal avec

une clef, vous entendrez un son, c'est-à-dire que vous communiquerez à la barre de fer un mouvement tel qu'elle vibrera ; en augmentant ou en raccourcissant la partie vibrante, vous pourrez percevoir toutes les notes de la gamme. Le physicien vous dira même qu'il vous est loisible, avec un tel instrument, d'entendre tous les sons possible ; cela dépendra du nombre de vibrations communiquées, mais dès que vous dépasserez 30 000 vibrations par seconde, vous n'entendrez plus rien.

Le mouvement moléculaire ne sera pas anéanti cependant, mais votre oreille ne vous en avertira pas.

Nous sommes sourds aux mouvements de 34 000 vibrations. Pourquoi ? parce que Dieu nous a donné une oreille ainsi constituée.

Toutefois l'existence de ces mouvements vibratoires ne fait aucun doute, et la preuve c'est que nous les utilisons journellement. Ce sont eux qui ont fait naître les ondes électriques, celles qu'envoient les postes de télégraphie sans fil.

Ainsi, chose étrange, Dieu pourrait donner à un homme une oreille qui lui permettrait d'entendre les signaux de la tour Eiffel. Il est probable que pour un être ainsi constitué, le monde serait une cacophonie épouvantable, car les ondes électriques nous viennent de toutes parts : des orages lointains,

de la Lune, du Soleil, des étoiles, de tous les corps de l'Univers. Ces ondes cessent à partir de 34 milliards de vibrations par seconde.

Maintenant, reprenons notre tisonnier et plaçons son extrémité dans un ardent foyer : elle s'échauffe, passe au rouge sombre, au rouge éclatant, puis au blanc ; à ce moment notre barre étincelle, elle éclaire ; encore toute une gamme de vibrations qui excite notre sens de la vue. Celle-ci est malheureusement bien restreinte. Au delà du violet, nous n'apercevons plus rien ; encore une étape, et nous arrivons aux rayons X, visibles à l'aide de procédés artificiels, et ensuite... la gamme continue sans aucun doute et à peine commençons-nous de l'explorer.

Telle est la limite de notre science à l'heure actuelle mais non la limite de la science.

Qu'un savant découvre tout à coup le moyen pratique daller plus avant, et instantanément l'univers s'agrandit à nos yeux ; de nouveaux phénomènes surgissent ; et l'harmonie merveilleuse qui éclate déjà aux regards du savant qui sait voir, se manifeste dans toute sa splendeur.

A l'heure actuelle, nous ne connaissons de la nature matérielle que ce que nos sens nous révèlent, et nos sens ne nous donnent que ce qu'il a plu à Dieu de leur montrer.

Aucun de nos cinq sens n'est d'une utilité absolue, nécessaire : nous concevons un être privé de la vue, privé de l'odorat ou du sens de l'ouïe, et il en existe malheureusement ; mais, par contre, il nous est facile d'imaginer que Dieu ait pu créer des êtres organisés autrement que nous, sensibles aux rayons X, ou aux radiations au-dessus de l'infra-rouge.

De tels êtres pénétreraient, sans aucun doute, d'une façon plus intime au sein de la nature et du mouvement matériel, et leurs révélations seraient surprenantes, mais parviendraient-ils à creuser le mystère de la constitution de la matière mieux que le font nos physiciens modernes ? Voilà ce qu'il importe de savoir et ce que doivent nous dire les conquêtes de la science contemporaine.

On pourrait croire que l'avancement de la science dans la recherche de la constitution intime de la matière est dû en partie aux perfectionnements importants réalisés dans la construction des microscopes ; or, il n'en est rien, et nous allons voir que sur ce point la technique instrumentale ne saurait jamais nous être de quelque utilité.

L'élément de la rétine qui nous permet de voir les objets est, en effet, beaucoup plus étendu que la molécule d'un corps composé ou l'atome d'un corps simple. Il y a mieux : comment voyons-nous les

corps ? au moyen de la couleur qui semble étendue sur la surface. Mais cette couleur est provoquée en nous par des vibrations. Or, la dernière particule matérielle est certainement beaucoup moins étendue que l'ondulation la plus petite de la lumière ; d'où il suit qu'un atome, par exemple, ne peut pas avoir de couleur, et pas davantage un électron. Le mot *couleur* appliqué à la dernière particule matérielle n'a plus de sens ; un atome n'est ni noir, ni rouge, ni blanc, ni mat, ni brillant, et cependant tout un ensemble de raisonnements mathématiques et d'expériences délicates sur les gaz, sur les corps radio-actifs, etc., nous a permis de nous faire quelque idée de la grandeur maxima d'un atome.

Déjà, l'abbé Haüy, le créateur de la cristallographie moderne, avait soupçonné la divisibilité inouïe de la matière. Il était parvenu, en effet, à obtenir une lame de mica de 43 millionnièmes de millimètre d'épaisseur.

Par d'autres considérations ingénieuses les anciens physiciens estimaient qu'une tête d'épingle contient au moins :

8.000.000.000.000.000.000.000 d'atomes ; soit 8 sextillions d'atomes. Ce nombre fantastique ne nous dit rien, mais un calcul simple nous montre que si nous détachions de cette tête d'épingle un million d'atomes par seconde, notre travail ne

prendrait fin qu'au bout de 253 millions d'années.

Un milligramme de sel de cuisine divisé en 3 millions de parties doit être une quantité bien petite, et cependant cette portion de matière est suffisante pour affecter un spectroscope qui nous la montre sous la forme d'une raie jaune dans le spectre de la flamme d'un bec de gaz.

Notre odorat sous ce rapport est plus sensible que la vue, puisqu'il décèle la présence, dans une chambre, d'un centième de millionnième de milligramme d'iodoforme.

Si nous pouvions partager un milligramme de radium entre les deux milliards d'habitants qui peuplent la terre, chacun d'eux en aurait assez pour étudier ce corps à l'aide d'un instrument ultra-sensible inventé par Curie. Mais les physiciens modernes sont allés plus avant et ils ont montré que ce que nous regardons comme des atomes, c'est-à-dire comme des parties inséparables, ne sont que masses grossières formées d'amas considérables de particules plus petites. Chaque atome d'oxygène, par exemple, est formé de plusieurs particules séparées qu'on appelle des *électrons* et qui tournent avec une vitesse inouïe autour d'une masse centrale électrisée négativement, qu'on appelle un *proton*.

Vous connaissez tous la belle planète Saturne, celle qui est entourée d'un anneau de poussières. Eh bien ! grossissez un atome et vous aurez quelque peu l'aspect de la planète merveilleuse.

Cette fois, nous pouvons dire encore qu'un électron n'est ni chaud, ni froid, ni coloré, ni transparent ; il est beaucoup trop faible pour arrêter à lui seul les radiations lumineuses ou calorifiques. Et cependant cette constitution révélée par nos expériences est la seule qui soit parvenue à nous donner la raison de l'énergie que renferme la matière. Les corpuscules dont nous avons parlé tournant autour de leur sphère centrale avec une vitesse de plusieurs kilomètres à la seconde, on conçoit que l'ensemble soit doué de forces extravagantes sur lesquelles nous n'avons aucune prise, car sous cette forme, l'atome conserve son ancienne impénétrabilité. M. J. Perrin en a donné quelques exemples suggestifs : il nous démontre, en effet, que deux petites boules, contenant l'une un milligramme d'ion d'hydrogène, l'autre 35 milligrammes de chlore, sont attirées l'une vers l'autre avec une force égale au poids de 100 trillions de tonnes de 1.000 kilogrammes. Voilà le secret de ce qu'on appelait autrefois l'affinité.

Lors donc que nous enfermons de l'eau dans un vase clos, si nous échauffons le liquide, non seule-

ment nous communiquons à chaque molécule un mouvement d'ensemble, comme nous l'avons déjà fait remarquer dans *D'où venons-nous* ? mais il est très probable que nous activons en même temps la circulation des électrons satellites des masses centrales qui tournent avec une plus grande rapidité et qui, ainsi, emmagasinent des sommes considérables d'énergie. Et comme cette circulation ne veut pas être gênée, il s'ensuit qu'à un moment donné, le vase éclate.

Pouvons-nous, cette fois, nous flatter d'avoir atteint la dernière particule matérielle ? Pas du tout, et les physiciens actuels ont de bonnes raisons pour croire que nous n'arriverons jamais à ce but envié.

Quand on serre la question de très près, on arrive, en effet, à cette conclusion que les électrons sont probablement composés eux-mêmes et que, finalement, ils ne sont que des agglomérations d'éther. L'éther lui-même ne serait que de l'électricité condensée.

A cette dernière étape, la quantité de matière, ce que nous appelions autrefois la *masse*, nous échappe sans retour.

Ne savons-nous pas, en effet, depuis longtemps et par des expériences que tout le monde peut réaliser, que l'énergie d'un corps dépend de sa vitesse?

Une toute petite balle animée d'un mouvement rapide percera une plaque blindée, alors qu'une grosse boule lancée à la main n'y saurait faire la moindre écorchure.

Eh bien ! nous jugeons de la masse d'un corps par l'effet produit, par son action sur une balance, je suppose ; augmentons les vitesses et la masse apparente s'accroît. Telle est la conclusion en apparence paradoxale de la physique moderne. En cherchant à disséquer les corps pour mieux atteindre leur substance et pénétrer le mystère de la masse, voilà que la science actuelle s'aperçoit que cette entité est encore un accident, un mode, un état. Il faut maintenant creuser le problème dans un autre sens et disserter sur la vitesse, il faut donc une théorie de l'espace et du mouvement. La physique accule ses adeptes, et malgré eux, aux frontières de la philosophie et les lance en pleine métaphysique : l'affaire devient vraiment plaisante, car, depuis Galilée et Roger Bacon, les physiciens regardent comme un déshonneur d'effleurer la métaphysique.

Ceux qui, en fait, n'ont pas hésité à s'engager dans cette voie féconde sont arrivés à des conclusions extrêmement intéressantes. Je les ai exposées amplement dans mon ouvrage : *Que deviendrons-nous*

après la Mort ? Mais je puis les résumer ici pour mes lecteurs (1).

De l'ensemble des faits constatés, il faut conclure aujourd'hui que si la science n'a pas atteint tout à fait l'horizon qui lui est dévolu, elle ne saurait, dans l'avenir, dépasser certaines limites sans sortir de son domaine expérimental. On peut démontrer, en effet, que jamais l'homme ne parviendra à dessiner un schéma exact de la façon dont sont assemblées les dernières particules matérielles : nos représentations ne sont valables que pour des amas grossiers d'objets, ils cessent d'être en rapport avec la réalité dès que nous descendons dans le monde de l'infiniment petit. La constitution intime de la matière sera toujours un mystère pour nous, car elle se trouvera toujours en dehors du domaine accessible à nos sens.

Et maintenant, jetez un coup d'œil en arrière : quel chemin parcouru depuis un quart de siècle !

Nous ne sommes pas très éloignés du temps où des matérialistes — comme ceux de l'école allemande, Büchner, Moleschott, etc., où des positivistes comme Auguste Comte, s'étaient flattés de réduire tout l'univers à des mouvements méca-

(1) Th. Moreux : *Que deviendrons-nous après la mort* ? (Victorion, éd. Paris)

niques matériels représentables. Leurs successeurs n'ont même plus le droit de s'écrier avec le poète :

Ce temps n'est plus, il reviendra peut-être.

Non, il ne reviendra pas et c'est la science moderne qui l'a démontré avec un luxe de preuves inattaquables. Derrière les accidents de la matière, nous concevons des forces réelles, mais invisibles, qui forment le tréfonds de la substance matérielle ; si ces forces échappent et échapperont toujours à nos sens, de quel droit nierons-nous les forces par lesquelles se manifestent les substances immatérielles, comme notre âme, et cette autre Force suprême, toute puissante, qui donne à la création ses lois, ses mouvements, sa vie, et jusqu'à la raison même de son existence.

Cette découverte de Dieu par la science, c'est-à-dire par la recherche des causes, ne réalise-t-elle pas en tout point la parole de l'Apôtre qui nous apprend que nous devons arriver aux choses invisibles par les choses visibles ? Ce résultat, que n'avaient pas prévu les savants en quête de la constitution de la matière, est en vérité l'un des meilleurs titres de gloire de la physique moderne.

La Genèse de Moïse et la Science

Il y a quelque cinquante ans, nombre d'exégètes, personne ne l'ignore, ont cherché à accorder le récit du premier chapitre de la *Genèse*, écrit par Moïse, avec les données de la science à leur époque ; la tentative ne manquait ni de hardiesse, ni de grandeur. Concordistes et anticoncordistes croisèrent le fer en des joûtes savantes restées dans toutes les mémoires. Depuis, le vent a tourné, et les idées se sont orientées dans une tout autre direction.

Au reste, on a fait observer que la Bible n'a jamais eu la prétention d'exposer une doctrine scientifique et l'on a eu raison ; mais, cependant, les faits qu'elle énonce sont-il exacts ou ne le sont-ils pas ? Sont-ils symboles ou réalités historiques ?

Autre remarque capitale : la plupart des commentateurs anciens et modernes qui ont essayé d'interpréter le texte de la *Genèse* ont tous cherché dans leur propre fonds, c'est-à- dire, somme toute, à l'aide de leur imagination plus ou moins créatrice, la signification des mots hébraïques employés par l'auteur du récit ; c'est là, à mon avis, une manière détestable de traduire un morceau. Moïse a voulu être compris de ses contemporains ; il a donc usé nécessairement de mots à sens bien défini ; mais du fait qu'il a voulu vulgariser, il ne s'ensuit pas qu'il nous ait donné des notions communément répandues parmi le peuple. La tâche du vulgarisateur ne change pas suivant les époques ; elle consiste toujours à donner un enseignement sans user des termes techniques qu'emploient les savants.

Il nous faut donc coûte que coûte trouver la signification des mots qui sont *obscurs pour nous* par la simple raison que la langue des Hébreux est loin de nous être familière.

Il n'existe qu'un moyen de sortir de cette impasse, c'est de rapprocher les termes de la *Genèse* des mots analogues répandus à profusion dans les *Livres* suivants. On m'objectera que ces *Livres* ont été écrits par différents auteurs et à diverses époques mais par son esprit, par sa tradition, par son but, la Bible est une, et personne, mieux que les

auteurs successifs des Livres Saints, n'est à même de nous fournir le sens véritable des Écritures. Analysé à l'aide de ces principes, vous le verrez vous-même, le texte de Moïse est d'une clarté aveuglante.

Résumons tout d'abord l'œuvre des six jours d'après la Genèse (Le mot *jour est évidemment ici, synonyme de période*).

1er jour : Création de l'univers matériel (les cieux et la terre), la lumière et les eaux.

2e jour : Formation de l'expansion ; séparation des eaux supérieures et inférieures.

3e jour : Apparition de la terre ferme et formation des végétaux.

4e jour : Apparition des astres.

5e jour : Formation des animaux marins et des oiseaux.

6e jour : Formation de la faune terrestre et création de l'homme.

Un simple coup d'œil sur ce tableau nous montre à l'évidence que l'œuvre du premier jour mise à part, tout le reste se réfère à notre planète. Le quatrième jour où il est question des astres, paraît de prime abord faire exception, mais nous verrons que la difficulté n'est qu'apparente. Celle-ci résolue, le problème se simplifie immédiatement ; car c'est à la géologie et à la paléontologie que nous aurons

surtout recours, et personne à l'heure actuelle n'oserait soutenir que ces deux sciences connexes ne sauraient nous fournir autre chose que de vagues indications.

Au commencement Dieu créa les cieux et la terre.

Ainsi s'ouvre la *Genèse*. On a voulu voir dans cette phrase sublime en sa simplicité, le titre de toute la suite, une sorte de résumé du premier chapitre. Mais alors il faut expliquer pourquoi l'auteur qui va bientôt nous parler du *ciel* emploie ici le mot *cieux*. C'est que pour tous les écrivains sacrés, les cieux indiquent l'univers, le monde entier et particulièrement l'*armée des étoiles*. Dans maints passages, il est question de l'armée céleste qui obéit aux ordres de Jéhovah, et le contexte ne fait aucun doute ; le titre de *Dieu des armées* qu'on a reproché au Dieu d'Israël, n'a jamais voulu désigner un général d'hommes armés.

Au commencement des temps, Dieu a créé la substance du monde, celle de l'univers entier, y compris la matière terrestre et celle des astres.

Mais ceux-ci ne furent pas formés au quatrième jour, après la Terre, ainsi qu'une lecture rapide de la narration de Moïse nous inciterait à le croire. L'auteur du *Livre de Job*, interprète d'une longue tradition, nous le dit expressément ; Jéhovah

s'adressant à l'homme lui parle en ces termes : « Où étais-tu quand je posais les fondements de la Terre ? Qui en a posé la pierre angulaire, quand les astres du matin chantaient en chœur ? »

Les étoiles, notre soleil lui-même, masse volumineuse à l'origine, étendant son atmosphère juqu'à l'orbite de Vénus, certaines de nos planètes mêmes, ont donc assisté à la naissance de la Terre : *Tous étaient présents*, voilà le sens du début de ce splendide poème sur la création.

Sur ce point particulier l'astronomie nous offre-t-elle des certitudes ? Assurément.

Lorsque notre minuscule nébuleuse répartie autour de notre astre central, voguait déjà dans les espaces célestes, d'autres genèses de monde s'enfantaient dans les profondeurs éthérées. Nous appartenons à un immense courant d'étoiles ; mais avant nous, d'autres systèmes étaient nés, soleils déjà vieillis, soleils agonisants, astres morts aussi, peuplant depuis des millions d'années les vastes cimetières du ciel.

De tout cela, Moïse n'avait rien à nous dire : la *Genèse* comme toute la Bible, a été écrite pour l'homme ; sont but est de retracer pour ses lecteurs les phases de l'évolution de la Terre.

On a prêté à Moïse et aux auteurs sacrés les idées des Égyptiens sur l'aurore ; sur la constitution de

la Terre qu'ils auraient supposée plane et soutenue par des colonnes ; sur la voûte céleste qu'ils auraient cru solide ; que sais-je encore ? Mais les opinions répandues parmi le peuple ne nous apprennent rien sur celles des savants. Or, les écrivains sacrés étaient, certes, parmi les plus instruits des enfants d'Israël ; et savez-vous comment ils parlaient de l'Univers et de la Terre ?

« Jéhovah, tu es infiniment grand. A toi sont les cieux, le monde et ce qu'il contient. C'est toi qui l'as fondé. A toi aussi la Terre ; tu as créé le Nord et le Midi. A Jéhovah sont les *gonds* de la Terre et sur eux il a posé le *globe*. Il étend le septentrion sur le vide, il suspend la Terre sur le *rien*. C'est lui qui trône sur le globe de la Terre et ses habitants sont pour lui comme des sauterelles. »

Ailleurs, le prophète Isaïe nous assure que l'humanité représentant la Terre, est comparable, aux yeux de Jéhovah, à la *goutte d'eau* suspendue au bord d'un vase qui déborde, ou à une *poussière* qui détermine à peine dans la balance la plus légère inclinaison.

Pourrait-on affirmer, je vous le demande, d'une façon plus nette l'idée que la Terre est une portion infime de l'Univers ?

Mais revenons au texte de la *Genèse*. A part le

mot *cieux* de la première ligne, tout va maintenant se rapporter à la Terre en tant que planète.

Or la terre était invisible et sans forme ; les ténèbres étaient à la surface de l'abîme. Faute d'avoir eu le sens véritable du mot abîme, les commentateurs se sont épuisés à trouver la signification de cette phrase pourtant si simple. On a voulu voir dans l'*abîme*, la désignation des espaces interstellaires plongés dans la nuit avant l'apparition de la lumière, mais l'*abîme* dans les Écritures n'est autre que la mer, les « eaux profondes » ; c'est l'*abyssos* des Grecs, l'*abîme* des tablettes cunéiformes que la cosmogonie chaldéenne suppose sans fond, infini.

Après sa phase incandescente, après avoir brillé de son éclat propre, la Terre fut peu à peu envahie par le froid. Une épaisse couche de vapeurs brûlantes entoura notre planète ; tel Jupiter apparaît aux yeux des astronomes qui contemplent son disque nuageux rayé de bandes multicolores réfléchissant en partie la lumière du Soleil.

Au sein de cet amas, mélange des gaz les plus divers, une sélection s'opérait lentement ; sur une écorce à peine solidifiée, croûte sans cesse disloquée par les éruptions des gaz sous-jacents, la condensation déposait une première enveloppe liquide, océan sans rivages entourant notre planète

comme d'un obscur vêtement. Si le soleil volumineux des temps primordiaux illuminait déjà à cette époque la partie supérieure des nuages lourds entourant notre minuscule habitat, ses rayons étaient impuissants à pénétrer cette enveloppe même gazeuze ; à plus forte raison ces mêmes rayons fécondants n'avaient-ils pas encore atteint la mince pellicule solide destinée à former bientôt nos continents. Partout, c'était l'obscurité ; les ténèbres étaient à la surface de l'abîme, couvraient le grand océan ; la terre, ce qui devait plus tard former le sol, était invisible et sans forme définie.

Moïse est bref ; il ne développe pas son sujet, mais ceux qui viendront après lui, interprètes de son texte et fidèles gardiens de la tradition orale, fixeront à jamais cet enseignement. Dans son hymne au Créateur, le Psalmiste chantera, en parlant de Jéhovah :

« Il a affermi la Terre sur ses bases. »

Puis aussitôt, s'adressant à Lui et parlant de la Terre :

« Tu l'avais *enveloppée* de l'abîme comme d'un *vêtement.* »

Remarquez ce mot « enveloppée », qui ne saurait s'appliquer à une terre plate ; l'auteur sacré, bien qu'il parlât pour le peuple, n'épouse pas ses idées sur la forme de la Terre ; il ne dit pas : « Tu

as jeté sur elle, un voile, une couverture », mais « tu l'avais *enveloppée* par les eaux *comme d'un vêtement* » qui fait le tour du corps.

Job entrera même dans des détails plus circonstanciés ; il corrobore la raison que j'ai donnée, pour laquelle la lumière ne pouvait atteindre même la surface des océans : « Qui a fermé la mer avec des portes, lorsqu'elle sortit impétueuse du sein maternel ; quand je lui donnai *des nuages pour vêtements et pour langes d'épais brouillards* ? »

Or, je vous le demande, comment l'auteur des Psaumes, celui du Livre de Job, et Moïse lui-même ont-ils pu, à leur époque, se rendre compte du passé de notre globe ? mais ce qui est le plus curieux, c'est que nous retrouvons des linéaments de cette même tradition dans toutes les cosmogonies des peuples orientaux.

Le *tehom* hébraïque, l'abîme primordial, devient en Chaldée le *tihamat* qui offre le même sens, et qui se mue en la déesse Tihavté, la Thavat de Bérose.

Un temps fut où le monde entier n'était que ténèbres et eau, nous raconte une ancienne inscription cunéiforme et c'est de la mer que fut formé notre monde quand Bel, le démiurge, intervint.

Mêmes affirmations chez les Phéniciens qui enseignent qu'à l'origine, « tout consistait en un *air*

ténébreux épais et agité et en un chaos pareil à l'Érèbe ».

Le *Rig-Véda*, le plus ancien des livres védiques s'exprime ainsi, au sujet des origines : « Qu'était le profond abîme ?... Il n'y avait que ténèbres au commencement ; enveloppé de ténèbres tout était une mer indiscernable ».

Le Livre des *Lois de Manou*, le *Vichnou-Pourana*, les textes *parsis* nous présentent tous des déformations de la cosmogonie biblique, mais ils s'accordent avec elle pour nous enseigner que l'eau primordiale était sombre d'abord, puis devint éclairée par la lumière du jour. Ce dernier passage est très important ; il fixe de façon définitive le sens des paroles de Moïse au sujet de la lumière.

Jamais, en effet, passage de l'Écriture ne donna lieu peut-être à autant de discussions que le verset relatif à cette apparition. Les anciens commentateurs ont tout imaginé pour montrer que la lumière pouvait scientifiquement arriver avant le Soleil, dont il n'est question qu'au quatrième jour. Devant des explications bien sujettes à caution, on comprend pourquoi les exégètes modernes, afin d'éviter aussi tout conflit scientifique, se sont prudemment réfugiés dans le sens historico-théologique.

Pour ma part, je pense qu'un examen attentif du texte biblique est de nature à préciser l'idée de

Moïse. L'écrivain sacré ne fait aucune allusion à la vraie création de la lumière, cet agent physique, véritable protée qui se transforme en chaleur, en électricité, en énergie de toute sorte ; il ne dit pas davantage, comme on l'a traduit pendant longtemps : « Que la lumière soit et la lumière fut. » mais : « Qu'il y ait de la lumière et il y eut de la lumière ». Nous avons vu que les cieux ont été créés avant la Terre ; que les astres ont présidé à la naissance de notre planète ; il y avait donc à cette époque, de la lumière dans l'univers, mais cette lumière n'avait pas pénétré à travers l'atmosphère terrestre trop dense ; elle n'avait pas davantage illuminé la surface des grandes eaux, encore moins atteint les continents enveloppés par l'*abîme ;* mais sous l'ordre d'Elohim tout ceci va s'accomplir.

A la parole du Créateur, en effet, l'atmosphère s'étant épurée, les rayons du soleil arrivèrent enfin, quoique encore diffus, à la surface proprement dite de notre planète ; dès ce moment, la *lumière* chasse les *ténèbres* et notre globe planétaire, animé déjà d'un mouvement de rotation, va connaître les alternatives du jour et de la nuit.

C'est alors que Dieu dit : « *Qu'il y ait une expansion entre les eaux* », c'est-à-dire un intervalle entre l'eau des océans et les vapeurs qui, nées de la mer, viennent se condenser en nuages aqueux dans

l'atmosphère. Cette *expansion*, qui constitue pour nous l'apparence du ciel, est désignée dans le texte hébreu par un mot que les Septante, influencés par les idées cosmologiques de leur époque, ont traduit par *stéréoma*, firmament, voûte solide ; rien de tout cela dans la bouche de Moïse : le mot hébreu *raquiah* n'évoque que l'idée d'étendue ou mieux d'*expansion*.

Continuons donc l'étude du récit biblique sans nous laisser influencer par les commentateurs de toutes les époques qui n'en ont pas toujours saisi le sens, faute de l'avoir comparé aux divers auteurs sacrés comme aux cosmogonies anciennes nées de la tradition cent fois séculaire peut-être.

L'écorce de la Terre s'est ridée, des plis se sont dessinés à sa surface, les mers ont envahi les fonds ; collines et montagnes se sont soulevées, le *sec* est apparu. Et tout ceci, qui nous est enseigné par la géologie est également dans la Bible.

Jéhovah renferma les eaux supérieures dans ses nuages et elles ne se déchirèrent pas sous leur poids. Quant aux inférieures (les océans), *elles s'enfuirent devant la menace de Jéhovah,* nous dit le Psalmiste.

Tel est le commencement de l'histoire géologique du globe terrestre ; la suite, d'après la Ge-

nèse, en est plus impressionnante. De même que le troisième jour vit, au début, le rassemblement des eaux, la formation des océans et des amorces des continents émergés, il présidera à la naissance de la vie sur la terre ; et la vie végétale naquit. Voilà la vraie caractéristique de la fin de cette époque envisagée par l'auteur de la *Genèse* : le développement formidable de la cellule végétale, depuis le simple microbe jusqu'à l'algue marine, depuis la mousse terrestre jusqu'à la prêle géante et les hauts conifères qui, pendant la période primaire, couvrirent l'écorce solidifiée.

Interrogeons, en effet, la géologie, que nous dira-t-elle ? Pendant cette période primitive, dans une atmosphère chaude et humide, tout imprégnée de carbone, la flore se développe à profusion, les végétaux s'élancent en forêts impénétrables. Ici, ce sont des plantes géantes analogues à nos fougères, mais dont les dimensions nous effrayent ; là, des lépidodendrons analogues à nos mousses, avec des troncs de 30 mètres de hauteur ; des araucarias gigantesques, des champignons et des nénuphars monstrueux. Et cette végétation exubérante, où la vie se dépense sans compter, envahit toutes les régions, de l'Équateur aux Pôles ; immenses forêts dont nos géologues trouveront partout la trace, jusque dans les déserts actuellement glacés de la Sibérie.

Et ce merveilleux tableau a été tracé pour la première fois par un homme qui a vécu des milliers d'années avant nos savants modernes, par quelqu'un qui n'a pu recevoir des prêtres égyptiens ou des astronomes chaldéens, aucune notion d'une science absolument neuve, création lente des Cuvier, des Élie de Beaumont et des Suess.

C'est à la fin de la période primaire que l'atmosphère terrestre encore lourde de vapeurs, s'épure tout à fait et le Soleil paraît, non pas le Soleil tel que nous le connaissons, mais une vaste sphère dont les rayons avaient jusqu'ici enveloppé la Terre pour ainsi dire ; astre géant semblable à ceux que nos mesures récentes viennent de nous révéler ; noyau brillant entouré d'une enveloppe lumineuse atteignant l'orbite de Vénus.

Ses rayons viennent se jouer dans les couches aériennes encore tout imprégnées d'humidité, et les paysages qu'il éclaire sont de féeriques décors, où les tons rouges mettent une note d'incendie, où les nuages passent déchiquetés par le vent ; lambeaux tour à tour sombres et brillants, aux teintes sanglantes de pourpre, aux couleurs cuivrées, aux reflets d'émeraude et d'améthyste.

Et la nuit, à travers les grandes éclaircies, on

voit surgir la lumière orangée de la lune et la clarté des étoiles tremblotantes.

Ainsi se réalisait la parole d'Élohim : *Qu'il y ait des luminaires dans les cieux... Élohim fit donc les deux grands luminaires... et aussi les étoiles.*

Évidemment, il s'agit ici, non de la création du Soleil, de la Lune et des étoiles qui, nous l'avons vu, date du premier jour, mais de *l'apparition* des astres sur la terre elle-même dont l'atmosphère est alors assez raréfiée pour laisser apercevoir les grands luminaires et les étoiles. Jusqu'à ce moment, d'ailleurs, ainsi que l'indique avec certitude la paléontologie, une lumière diffuse, quoique très brillante, avait enveloppé la Terre, et les saisons n'étaient pas nées ; pôles et régions équatoriales jouissaient du même climat. Nulle part, on ne voyait ce ciel bleu, ni les astres qui s'y peignent en perspective.

Ce fut l'œuvre du quatrième jour de changer cet état de choses, de laisser apercevoir le Soleil, la Lune et les étoiles qui, à partir de cette période, vont servir de *signes* pour les époques, les jours et les années.

Au reste, remarquez que Moïse n'emploie plus le mot de *création* qui ne reviendra qu'à propos de l'homme ; textuellement, l'hébreu nous dit :

« Elohim *nomma à charge* pour servir de signes, le Soleil, la Lune et les étoiles ».

Si l'œuvre du troisième jour correspondant à notre période primaire fut caractérisée par le développement intensif de la vie végétale, celle du cinquième jour va nous révéler des faits aussi dignes d'attention.

L'ère primaire est terminée et la Terre marche vers une nouvelle phase de vie. Et parmi tous les animaux qui vont se disputer les lagunes, les îlots émergés, les marécages, l'empire des airs et celui des océans, des *reptiles gigantesques* deviendront les rois de cette nature nouvelle.

Sans doute, notre planète à déjà vu la vie animale ; foraminifères, insectes, araignées, ont peuplé les grandes forêts du carbonifère; les eaux ont été habitées par des espèces ressemblant à nos poissons, mais le développement de la faune était loin d'être comparable à celui de la flore. Et voilà que tout à coup, cette faune encore sommeillante envahit les eaux et l'atmosphère ; et quelle faune ! Des êtres monstrueux qui vont porter à leur apogée les manifestations de la vie animale ; mais, détail caractéristique, c'est à la classe des reptiles qu'échoit cette tâche.

Interrogeons, en effet, les assises du globe : les mers jurassiques, nous apprennent-elles, ont vu

d'énormes sauriens dont les espèces sont pour toujours disparues : le plésiosaure de 20 mètres de long : crocodile par sa mâchoire emmanchée sur un cou de cygne, bête apocalyptique dont le corps rappelle celui de la tortue ; l'ictyosaure, au mufle de dauphin, aux yeux à facettes, gros comme la tête d'un homme ; le mosasaure dont les anneaux se déroulent sur la crête des vagues, semblable aux anciens serpents de mer des légendes ; le téléosaure, sorte de gavial géant de 60 pieds de long ; dans les lagunes s'ébattent des diplodocus pesant plus de vingt tonnes ; des dinosauriens gigantesques, sorte de lézards terribles aux formes irréelles ; iguanodons, brontosaures, diclonius, atlantosaures long de 35 mètres.

L'exubérance de vie a de même envahi les airs. Là-haut, sous les nuages bas d'un jour d'orage, volent d'étranges créatures : chauves-souris ou oiseaux ? Ni l'un ni l'autre ; encore des reptiles, sauriens ailés comme les ptérodactyles aux mâchoires de caïmans, aussi longues que leur corps, comme les ptéranodons, véritables aéroplanes vivants, aux ailes de 8 mètres d'envergure.

Voilà ce que nous enseigne la géologie et, remarque absolument déconcertante, tel est également le tableau que nous retrace Moïse de la surface de notre planète au cinquième jour. Relisez

mot à mot les versets correspondant à cette période géologique.

Elohim dit : « *Que les eaux foisonnent d'une multitude d'êtres animés, et que les volatiles volent au-dessus de la terre...* » *Elohim créa les grands monstres marins et toutes sortes d'êtres animés rampants..*

On a bien insinué que l'auteur de la *Genèse*, après avoir fait naître la vie végétale, avait décrit, suivant un ordre logique, la vie animale dans les eaux, puis dans l'air et enfin sur la terre, mais cette réflexion paraît bien pâle à côté du texte biblique et de l'enchaînement du récit.

Tout d'abord, qui donc aurait enseigné à Moïse que la vie intense des mers s'est développée parallèlement à celle des airs ; pourquoi n'avoir pas fait naître les mammifères avant les oiseaux ou en même temps qu'eux ? Et puis le texte va plus loin : il nous apprend formellement l'existence, avant celles des espèces qui nous sont familières, des grands *monstres marins* et des *reptiles* (êtres rampants).

Évidemment, tout cet enchaînement est voulu, tous ces termes sont pesés, ont une signification et vous avouerez avec moi qu'il est singulier qu'un homme vivant il y a 3500 ans, ait pu nous donner en un langage aussi clair que le permettait son vo-

cabulaire, un tableau exact des grandes étapes parcourues par la faune au cours de l'évolution de notre planète.

Maintenant, quelle que soit la part faite à l'inspiration, il y a encore autre chose ; il faut expliquer comment et pourquoi toutes les cosmogonies anciennes parlent de ces grands monstres marins qui semblent avoir tenu dans les mythologies des peuples primitifs, une part si importante ? Tout cela avait été transmis par une tradition, mais cette tradition elle-même d'où venait-elle ?

Ne nous attardons pas ; continuons notre enquête et interrogeons de nouveau la science. Depuis l'apparition de la vie sur le globe, notre planète a bien vieilli ; lancée dans les espaces intersidéraux, la Terre s'est peu à peu refroidie ; les millions d'années ont succédé aux millions d'années ; la croûte du globe chaque jour s'épaissit davantage ; les continents se soulèvent ; le Soleil lui-même s'est retiré en deçà de l'orbite de Mercure et les saisons apparaissent. A ces nouvelles conditions d'existence vont s'adapter des formes nouvelles plus rapprochées de celles qui nous sont familières.

La période tertiaire commence.

Une flore tropicale ressemblant à la nôtre se mêle aux palmiers, aux fougères et aux séquoias

géants de l'ère précédente ; puis viennent les figuiers, les chênes, les érables ; les prairies remplies de graminées où s'ébattront des troupeaux de paléothériums au corps de cheval et à la tête de tapir ; des xiphodons, élancés comme des gazelles.

Les grands sauriens ont disparu et de nouveaux reptiles envahiront la terre. Peu à peu, les formes s'accentuent et s'affinent, les savanes des forêts verront courrir des antilopes et des girafes, et les oréadons ruminants habiteront les bords des grands lacs ; puis, voici des mastodontes rappelant nos éléphants ; des hipparions presque identiques à nos chevaux ; de grands singes, hôtes de forêts semblables aux nôtres.

La caractéristique de cette période est donc l'apparition et le développement complet des mammifères, suivant la parole d'Elohim : « *Que la terre fasse sortir des êtres vivants selon leur espèce, bétail, êtres rampants et bêtes de la terre* ».

Et dans la grande nuit stellaire, faiblement illuminée par les soleils lointains, notre soleil marche toujours, entraînant notre planète à sa suite, distribuant pour nous les étés et les hivers, provoquant ici et là, le classement de chaque espèce ; à l'Équateur, la faune des tropiques ; aux pôles, les animaux aux lainages touffus, aux blanches toisons.

Et Elohim vit que cela était bien, mais le sixième jour n'était pas fini. Après l'apparition des animaux domestiques, Elohim s'aperçut qu'il manquait un chef pour dominer sur tous les animaux du globe.

Sans doute par leur présence, ainsi que le chantera plus tard le Psalmiste, toutes ces créatures bénissaient le Seigneur ; mais aucune intelligence n'était là pour comprendre ; personne pour contempler cette œuvre merveilleuse et pour remonter à son auteur ; pour jouir de la beauté de cette nature créée, pour profiter sciemment de l'*œuvre* d'Elohim *qui était bien* et c'est pourquoi, à la fin du sixième jour, Elohim dit : *Faisons l'homme à notre image, selon notre ressemblance... Et Elohim créa l'homme à son image ; à l'image d'Elohim il le créa...* »

Ainsi finit cette magistrale épopée dont Moïse n'a pu évidemment que retracer les grandes lignes.

Or, je vous le demande encore une fois, à vous qui avez suivi pas à pas le texte sacré et qui l'avez comparé aux acquisitions les plus certaines de la géologie, comment Moïse a-t-il pu connaître ce qu'il nous enseigne, comment a-t-il pu nous donner même l'esquisse et surtout la suite des œuvres de Dieu ? Les cieux fondés avant la Terre ; notre pla

nète enveloppée des eaux primordiales et des langes épais de vapeurs, à l'aurore de sa jeunesse ; le voile de l'atmosphère déchiré et l'apparition de la lumière chassant les ténèbres ; la naissance de la vie commençant par la flore ; le développement prodigieux de la végétation alors que ni le Soleil, ni la Lune, ni les étoiles n'étaient encore visibles du sol terrestre ; l'apogée de la faune dans des monstres, reptiles sauriens du secondaire ; l'atmosphère envahie par des « volatiles » à la même époque, alors que les oiseaux n'étaient pas nés ; le règne des mammifères dans la suite des âges et, couronnant le tout, la création de l'homme, cette intelligence venant, après toutes les créatures vivantes, prendre possession de son domaine.

Oui, quand on lit sans idée préconçue le premier chapitre de la *Genèse*, on ne peut que constater chez son auteur une science si profonde qu'elle dépasse de cent coudées toutes les notions des savants de son époque ; une science même plus inexplicable, humainement, que celle des constructeurs de la grande Pyramide et en même temps une divination incroyable des faits les plus certains et les plus authentiques révélés par la science.

Et je ne suis pas seul de cet avis. Un jour, en effet, que je demandais à M. de Lapparent, secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences, ce qu'il pen-

sait de la Genèse, savez-vous ce que me répondit l'éminent géologue : « Si je devais, s'écria-t-il, résumer en quarante lignes les acquisitions les plus authentiques de la Géologie, je copierais le texte de la Genèse, c'est-à-dire l'histoire de la création du monde, telle que l'a tracée Moïse ».

Pourra-t-on bientôt bombarder la Lune ?

L'exploit des Allemands, qui, pendant la dernière guerre, ont bombardé Paris à cent kilomètres de distance, a réveillé l'esprit des artilleurs et des amateurs de balistique ; le problème des tirs à longue portée reste à l'ordre du jour et l'on nous fait entrevoir que les Américains construiront d'ici peu un canon tirant deux fois plus loin que la grosse Bertha.

Allons-nous donc voir aussi ressusciter le rêve de Jules Verne, celui qu'il développa de si magistrale façon dans son Voyage autour de la Lune ? On se rappelle la donnée : Barbicane, directeur de l'artillerie pendant la guerre de Sécession, se propose de construire un canon assez puissant pour lancer un projectile jusque sur la Lune.

A l'époque où le célèbre auteur des fantastiques

récits de voyages qui ont charmé notre jeunesse, imaginait cette merveilleuse fiction, le problème du tir à très longue portée était loin d'être résolu. Nos obus se traînaient mollement sur leur trajectoire, et les vitesses initiales réalisées au cours des plus sensationnelles expériences ne dépassaient guère 800 mètres à la seconde. La moyenne de ces vitesses pour les bouches à feu réparties entre les diverses puissances, était de l'ordre de 650 mètres à peine.

Depuis quarante ans, ces chiffres ont été notablement dépassés et la guerre récente, nous devons le constater, a fait réaliser aux questions balistiques un progrès énorme.

A l'heure présente, les plus grands espoirs sont permis et les plus timides parmi les artilleurs n'osent fixer la limite de nos ambitions. Serons-nous donc, dans un avenir prochain, en mesure de bombarder la Lune ? Peut être...

Examinons la question sous toutes ses faces et précisons les éléments du problème.

La balistique moderne n'est plus qu'une infime partie d'un domaine plus étendu et qui a nom : Mécanique céleste. Lorsque Képler, au commencement du XVIIe siècle, formula les lois qui portent son nom et qui régissent les mouvements des corps célestes planétaires, il ne se doutait pas qu'un

demi-siècle après lui, Newton démontrerait que ces principes n'étaient qu'un cas particulier des lois de l'attraction : elles valent sur la Terre aussi bien que dans le ciel.

La force qui fait retomber la pierre lancée par la fronde de l'enfant, aussi bien que le lourd projectile du mortier de 370, est la même exactement que celle qui retient notre satellite autour du globe terrestre, la même aussi qui fait tourner cette Terre et les planètes autour du Soleil.....

« Tous les corps de l'univers, disait le grand géomètre, s'attirent proportionnellement à leur masse, mais cette force d'attraction décroît comme la distance élevée au carré.»

C'est-à-dire qu'un corps contenant trois fois plus de matière qu'un autre aura une force d'attraction trois fois plus grande ; mais si la distance est quadruplée, cette force sera $4 \times 4 = 16$ fois moindre.

De cette loi simple en apparence, le génie de Newton fit sortir toute la Mécanique céleste. Les formules s'appliquent à toutes les sortes de trajectoires, qu'elles soient circulaires ou même fortement elliptiques, comme celles des comètes. Ces notions vont maintenant nous aider à comprendre ce qui se passerait si nous lancions des projectiles dans l'espace avec des vitesses différentes.

Installons-nous sur une montagne élevée, avec

un canon placé dans la position horizontale et lançons un obus. Aux vitesses que nous réalisons actuellement et qui n'atteignent pas encore deux kilomètres à la seconde, au départ, notre projectile n'ira pas très loin et retombera sur la Terre.

Si notre globe terrestre était réduit à un point, tout en conservant sa puissance d'attraction, notre obus ne rencontrerait aucun obstacle et serait libre de se mouvoir. Les lois de Newton indiquent qu'il passerait au-dessous du centre de la Terre et reviendrait à son point de départ après avoir décrit une ellipse allongée et très étroite. Ainsi, lancé dans la direction du nord, notre projectile nous arriverait dans le dos en revenant par le sud ; et, comme dans les exemples qui suivront, nous ne tenons pas compte de la résistance de l'air, nous ne voyons aucune raison pour que l'énergie communiquée à l'obus par la déflagration de la poudre soit perdue ou diminuée ; théoriquement, le projectile serait transformé en satellite de la Terre.

Augmentons maintenant la vitesse initiale, l'ellipse primitive se renflera et tendra vers la forme circulaire. Avec une vitesse de 7 900 mètres, la trajectoire serait un cercle parfait et l'obus, tournant autour de la Terre assez près de la surface, reviendrait à son point de départ au bout de 1 heure 24 minutes 42 secondes. Il accomplirait donc sa

révolution en beaucoup moins de temps qu'il n'en faut à la Terre pour tourner sur elle-même. Un exemple de ce genre n'est pas inouï dans les fastes de l'astromonie. Ne voyons-nous pas en effet Phobos, le plus proche satellite de Mars, tourner autour de cette planète en 7 heures 40 minutes environ, alors que la durée de révolution de ce monde énigmatique est de 24 heures 37 minutes ; de même le bord interne des anneaux de Saturne va plus vite que l'équateur de la planète.

Mais revenons au boulet satellite de la Terre. La moindre augmentation de vitesse transformerait le cercle décrit en une ellipse dont le centre du globe serait un foyer : tel est le cas de la Lune, dont les distances périgée et apogée offrent de notables différences.

Une vitesse initiale de 10 000 mètres à la seconde nous donnerait encore une trajectoire elliptique, mais si nous passions brusquement à une vitesse de 11 180 mètres à la seconde, la courbe diffèrerait du tout au tout ; nous aurions à faire à une parabole, c'est-à-dire à une trajectoire non fermée. Cette fois, notre obus ne reviendrait plus et serait lancé dans l'infini... à moins qu'il ne rencontrât en cours de route un corps planétaire, telle la Lune qui pourrait le recevoir.

Ainsi, la conclusion est que, pour lancer un

obus dans la Lune et faire franchir au projectile la zone neutre d'attraction, il faudrait communiquer à cet objet une vitesse au moins égale à 11 180 mètres par seconde.

Ce nombre est ce que l'on appelle la *vitesse parabolique* à la surface de la Terre : il dépend à la fois de l'attraction exercée par notre planète et du rayon de la Terre. La vitesse parabolique varie donc suivant les corps célestes considérés, et des calculs simples permettent facilement de l'exprimer pour chaque planète du système solaire. Le tableau suivant donne la valeur, en mètres, d'après les éléments les plus récents :

Tableau des vitesses paraboliques à la surface des planètes

Mercure	3 759	mètres
Vénus	10 474	—
La Terre	11 180	—
Mars	5 034	—
Jupiter	60 490	—
Saturne	36 320	—
Uranus	22 300	—
Neptune	23 200	—

A la seule inspection du tableau, on voit que si les grosses planètes, Jupiter et Saturne, renfermaient des habitants, ceux-ci pourraient être

longtemps dans l'impossibilité de bombarder leurs satellites. Pour arriver à ce résultat, les Joviens (habitants de Jupiter) devraient réaliser des vitesses initiales supérieures à 60 kilomètres par seconde. Sur le Soleil, où l'intensité de la pesanteur est 28 fois plus forte que chez nous, la vitesse parabolique atteint près de 613 kilomètres. Nous n'avons donc aucun risque d'être bombardés par le Soleil. Par contre, aux époques géologiques primitives, alors que la Lune était peut-être habitée, les Sélénites avaient beau jeu ; s'il leur prit la fantaisie de nous lancer des projectiles, ils n'eurent qu'à réaliser des vitesses initiales de 2 370 mètres.

Les matériaux sur les deux globes sont à peu près les mêmes ; les forces d'expansion des gaz ont dû être identiques, mais par contre, sur la Lune, les vapeurs enfermées sous pression n'eurent pas, au moment des éruptions, à lutter contre des causes antogonistes aussi puissantes que chez nous. Sur ce petit monde rivé au nôtre, la pesanteur s'exerce d'une façon six fois moins forte ; la moindre pièce d'artillerie tirerait au-dessus du Mont Blanc, et puisque nous voyons nos volcans terrestres lancer leurs matériaux d'éjection jusqu'à 60 kilomètres de hauteur, comme le Krakatoa, il se peut que sur la Lune les vitesses des matières éruptives soient arrivées à dépasser la valeur de

2 370 mètres qui fixe le minimun requis pour qu'un projectile quitte définitivement la Lune.

A vrai dire, pour spéculative que paraisse cette hypothèse, elle n'en renferme pas moins une explication possible des météorites dont la Terre est bombardée.

Nous n'ignorons pas que les travaux récents sur les comètes et les essaims d'étoiles tendent à attribuer aux deux phénomènes une origine commune. D'après cette hypothèse, les comètes, tout au moins leur noyau, ne seraient qu'un assemblage de pierres plus ou moins grosses, voire même parfois de fines poussières que l'attraction puissante du Soleil tend sans cesse à désagréger. Tous ces corpuscules s'égrènent peu à peu le long de leur orbite commune et si celle-ci coupe à un moment donné notre trajectoire céleste, nous assistons à une pluie d'étoiles filantes.

Le phénomène est soumis à des lois mathématiques connues et j'ai souvent remarqué l'apparition d'énormes bolides aux périodes de rencontres d'un essaim de météores.

Entre une météorite pesant des centaines de kilogrammes et la fine poussière que dégage la combustion de l'étoile filante, il n'y aurait donc qu'une affaire de degré. Cette théorie peut être vraie, mais elle semble ne pas tout expliquer.

On a cherché en vain depuis cinquante ans à grouper les directions d'où nous semblent venir les météorites qu'on a vu tomber. Or ces directions semblent n'obéir à aucune loi ; elles sont réparties sur les points de l'espace indistinctement. Et c'est bien ce que nous constaterions si la Lune avait autrefois bombardé la Terre.

Lancées dans l'espace suivant toutes les directions et suivant les trajectoires elliptiques, paraboliques ou même hyperboliques, selon les vitesses initiales, les scories volcaniques émises par les cratères lunaires se sont vues happées au passage par l'attraction terrestre et bon nombre d'entre elles ne se sont pas précipitées immédiatement sur nous, mais ont été transformées en véritables satellites de la Terre. Le jeu des perturbations et des révolutions célestes doit amener fatalement la chute de ces débris à des intervalles plus ou moins longs. La nature même des météorites recueillies, dont le caractère est le plus souvent nettement volcanique, semble ne laisser aucun doute à cet égard.

Au contraire, il paraît bien difficile d'admettre une action analogue de la Terre vis-à-vis de la Lune.

Nous avons vu que la vitesse minima requise pour bombarder notre satellite, est de 11 180 mètres. Il semble difficile de réaliser de telles vitesses par des moyens naturels.

Les pierres lancées par nos volcans n'ont probablement jamais atteint ces vitesses et sont toujours retombées sur la Terre. Au reste, cette valeur de 11 kilomètres est purement théorique et nous allons maintenant étudier le phénomène qui intervient dans la question.

La Terre est entourée d'une mince pellicule d'air dont la légèreté n'exclut pas la résistance. On a beaucoup discuté sur l'épaisseur de ce que nous appelons l'Océan aérien. Les phénomènes des aurores boréales, comme aussi l'illumination des étoiles filantes nous montrent qu'à plus de 500 kilomètres au-dessus du sol, il existe encore des traces de gaz raréfiés ; toute la question est de rechercher la loi de variation de la densité de ce milieu.

Laplace a essayé de donner une formule pour calculer cette densité à mesure qu'on s'élève au-dessus du niveau de la mer, mais sa loi, basée sur l'expérience, se trouve en défaut dès que nous dépassons l'altitude des plus hautes montagnes du Globe. Il a fallu la précision des données que nous fournissent les ballons-sondes pour arriver à des résultats précis. A l'heure actuelle, on peut dire que nous avons exploré d'une façon positive les 35 premiers kilomètres de la couche gazeuse enrobant la Terre. C'est peu, direz-vous ; cela suffit

cependant pour nous donner une idée assez précise de la diminution de densité à mesure qu'on s'élève.

En tenant compte de la température qui décroît très vite avec la hauteur, nous avons calculé la diminution de pression et le poids du mètre cube d'air en rapport avec l'altitude et, nous basant sur les données récentes, nous sommes arrivé à des chiffres notablement différents de ceux qu'on a coutume de rencontrer dans les traités anciens de Météorologie. Voici quelques-uns des résultats obtenus.

Altitude en mètres	Pression en millimètres	Poids du mètre cube d'air en kilogrammes
0	760	1,293
2 000	603	1,060
4 000	474	0,867
6 000	371	0,710
8 000	283	0,581
10 000	212	0,475
20 000	85	0,102
30 000	6,73	0,019
40 000	1,28	0,003
50 000	0,24	0,0007
60 000	0,04	0,0001
70 000	0,008	0,00002

D'après ces calculs, la pression atmosphérique, qui est de 760 millimètres de mercure au niveau

de la mer, n'est plus que de la moitié de sa valeur à 6 000 mètres, le vingtième de sa valeur à une hauteur de 20 kilomètres où le poids du mètre cube d'air est réduit à 102 grammes seulement ! A 50 kilomètres, l'atmosphère n'existe pour ainsi dire plus, la pression n'atteint pas *un* millimètre de mercure et le mètre cube d'air ne pèse même pas *un* gramme.

Toutes ces données sont extrêmement intéressantes pour le calcul des résistances des couches d'air aux différents projectiles. On sait en effet que les pièces d'artillerie lourde ayant des portées considérables sont obligées, précisément pour atteindre un objectif lointain, de lancer leurs projectiles sur des trajectoires non plus tendues et de plein fouet, mais très recourbées, qu'on assimile par erreur à des paraboles. Nous avons vu qu'en fait la parabole sur la Terre ne peut être réalisée qu'avec des vitesses au moins égales à 11 kilomètres ; les trajectoires dont nous parlons ne sont donc autres que des arcs d'ellipses peu incurvés. Avec des pièces du genre de celles qui bombardaient Dunkerque à une distance de 45 kilomètres, l'obus atteignait des hauteurs voisines de 13 000 mètres. Cette valeur fut notablement dépassée par la trajectoire de la grosse Bertha, dont le projectile montait à près de 40 kilomètres.

On comprend dès lors quel intérêt puissant trouve le balisticien à connaître la densité des couches d'air traversées. Au reste, à partir de 20 kilomètres, l'obus avance dans un milieu tellement raréfié que la résistance en est presque annulée.

Si donc nous revenons au problème qui nous occupe, à la possibilité d'envoyer un projectile sur la Lune, nous comprenons immédiatement qu'avec des vitesses initiales voisines de 11 kilomètres, les couches d'air provoquant une résistance seront nettement dépassées au bout de la deuxième seconde.

Mais ici le problème se complique ; le calcul des résistances est surtout d'ordre expérimental, et nous n'avons jamais fait l'essai dont il s'agit. Nos formules ne sont donc valables que pour la limite atteinte jusqu'ici. Toutefois, on peut admettre que la résistance, à partir des grandes vitesses initiales dépassant notablement le kilomètre, est en rapport simple avec la vitesse. Dans ces conditions, le calcul montre que tout se passe comme si le projectile traversait un corps dur, mais qu'en donnant à ce projectile une vitesse initiale de 12 kilomètres (au lieu de 11 km. 180) nous pourrions vaincre la résistance de l'air et bombarder la Lune.

Reste la question du lancement de l'obus ; elle ne paraît pas impossible à mettre au point. Un canon à parois très épaisses avec une énorme charge de

poudre brûlant lentement, pourrait donner le résultat cherché.

Est-ce tout ? Pas encore. Avant d'atteindre la hauteur de 45 kilomètres, notre obus lancé à la vitesse initiale de 12 kilomètres par seconde s'échauffe tellement qu'il fond en cours de route.

Toutefois avec un projectile assez gros, la fusion ne serait que superficielle. Tout se passerait comme dans les météorites qui rencontrent l'atmosphère avec des vitesses de l'ordre de 70 kilomètres à la seconde ; elles brûlent comme une tige d'acier rougi plongée dans l'oxygène, émettent des étincelles, mais le gros du bolide continue sa course dans les espaces interplanétaires.

Ce que la nature réalise ainsi, nous pouvons arriver à le produire. Un jour viendra où l'homme, sans aucun doute, bombardera la Lune avec autant de facilité que les Boches bombardaient Paris. Mais pour cela il faut attendre que les représentants de l'humanité terrestre ne se fassent plus la guerre entre eux ; ce sera, paraît-il, à l'époque de la *Société des Nations*, que verront peut-être nos arrières-petits-neveux.

Visions de fin du Monde

On a beaucoup parlé en ces dernières années d'une découverte américaine qui heureusement n'a pas été confirmée, pour le plus grand repos de l'humanité.

Il s'agissait d'un soleil noir aperçu en pleine Voie lactée et dont la trajectoire coïncidait avec celle de notre soleil lui-même. Les deux astres ayant un mouvement propre qui les rapprochait, on conçoit que le choc était inévitable à un moment donné et, l'imagination des journalistes brodant sur ce thème, on avait annoncé la fin du monde prochaine.

« Ce qui est différé n'est pas toujours perdu », dit le vieux proverbe et si le fait ne s'est pas réalisé, il y a lieu néanmoins d'envisager une semblable hypothèse et de la soumettre à un examen scientifique approfondi.

Parmi toutes les maladies auxquelles notre Terre est sujette et qui peuvent mener le deuil de notre

planète un jour ou l'autre, devons-nous faire rentrer le choc d'un corps céleste ?

La fin de la Terre par une comète, est tout à fait invraisemblable. Au pis aller, une comète pourrait bombarder de ses débris une région plus ou moins grande du globe, le cataclysme serait purement local.

Quant à l'asphyxie résultant du mélange de notre atmosphère avec celle de la comète, elle n'existe que dans l'imagination de certains astronomes trop prompts à interpréter quelques résultats peu concluants de l'analyse spectrale et des conclusions prématurées.

Enfin, point capital en la circonstance, il paraît de plus en plus prouvé que les gaz cométaires sont dans un état de raréfaction inimaginable, milieu des centaines de fois plus léger que le vide réalisé dans nos meilleures machines pneumatiques.

Mais les comètes ne sont pas les seuls projectiles célestes que nous ayons à craindre.

Sans doute, l'espace est immense et les intervalles qui séparent les étoiles — ces soleils de l'univers répandus par millions dans le ciel — sont fantastiques et presque inconcevables pour notre esprit habitué aux faibles distances terrestres ; n'empêche que notre soleil, aussi bien que ses compagnes les étoiles, ne reste jamais à la même place. Tous se

meuvent sur des trajectoires particulières que les astronomes étudient depuis un demi-siècle et des rencontres sont loin d'être improbables.

Par une belle nuit d'été, alors que la lumière scintillante des étoiles pique de points brillants la voûte céleste, tournez vos regards vers Véga, ce beau soleil bleu de la constellation de la Lyre : Voilà, vous direz-vous, l'endroit du ciel vers lequel nous nous envolons à raison d'une vingtaine de kilomètres à la seconde.

Mais lorsque nous aurons atteint cette région, Véga ne sera plus là ; elle aussi, est emportée par un mouvement propre, analogue à celui de notre soleil.

Les mesures récentes nous ont montré qu'en général les étoiles voyagent de conserve par groupes plus ou moins espacés. Tantôt, le gros du troupeau est rassemblé dans une même région, comme les étoiles des Hyades visibles dans la constellation du Taureau et qu'un même mouvement emporte vers Bételgeuse d'Orion, où elles formeront, dans 50 millions d'années, un groupe aussi compact que celui des Pléïades. Tantôt, à l'instar de ces oiseaux migrateurs qui gagnent des régions plus hospitalières à l'approche des mauvais jours, les soleils sont disposés en longues files, théories immenses déformées à nos yeux par les effets de la

perspective, comme ces étoiles de la Grande Ourse qui forment avec notre soleil une véritable procession céleste.

Mais nous connaissons des cas particuliers qui ne sauraient actuellement rentrer dans aucune loi générale.

Certains soleils paraissent lancés dans l'univers sans lien d'aucune sorte avec leurs voisins de l'espace. D'où viennent-ils ? où vont-ils ? Nul ne saurait le dire.

Alors, par exemple, que le mouvement moyen des étoiles ne s'écarte guère de 20 à 40 kilomètres par seconde, l'étoile 1830 Groombridge est animée d'une vitesse fantastique de 225 kilomètres dans le même temps.

Elle semble traverser notre univers de part en part en ligne droite comme un projectile lancé contre d'inaccessibles régions. Ainsi toutes ces étoiles, auxquelles les anciens avaient donné le nom de « fixes » par opposition au mot planète qui veut dire « errante », se meuvent pour leur propre compte et les astronomes sont actuellement en mesure de calculer leur position dans un temps donné. Mais nous avons fait mieux. Grâce à l'invention du spectroscope, nous pouvons dire si une étoile qui paraît fixe sur la voûte céleste et qui se meut dans le sens de notre rayon visuel, s'approche

ou s'éloigne de nous, et l'instrument nous permet d'évaluer la grandeur de ce déplacement par seconde.

De ce chef, aucune surprise n'est possible. Le jour où il serait prouvé que telle étoile brillante s'approche de nous d'une façon continue depuis des siècles, bien des générations auraient le temps de mourir avant la catastrophe finale.

Actuellement, nous ne connaissons aucune étoile plus proche que Alpha, du Centaure, dont la distance est de 41100 milliards de kilomètres. Eh bien, si cette année même les astronomes constataient que cette étoile se précipite vers nous à la vitesse de 400 kilomètres par seconde, la rencontre n'aurait lieu que dans 13032 ans et 264 jours ? (1)

Nous aurions évidemment du temps pour nous revoir ! Mais 13000 ans ne sont rien comparés aux lentes révolutions des cieux. Avant de s'éteindre une étoile brille pendant des millions d'années ; certaines même, les plus grosses, vieillissent encore moins vite. Et cependant, toutes tendent vers un état final. Elles se refroidissent, des scories se forment à leur surface, peu à peu leurs éléments se

(1) L'étoile *Proxima Centauri*, dans la même constellation, est à peu près à la même distance, un peu plus proche cependant que Alpha du Centaure.

soudent, une véritable écorce apparaît, l'agonie commence. Pendant quelques millions d'années encore, les gaz internes rompront la croûte extérieure, de violentes explosions auront lieu, le volcanisme régnera en maître sur ce soleil éteint, puis tout s'apaisera et la grosse sphère obscure roulera son cadavre refroidi dans les cimetières du ciel.

On se doutait de tout cela, il y a quelque cinquante ans ; mais aujourd'hui, les moyens dont nous disposons ont transformé l'hypothèse en certitude.

Nous connaissons des quantités de soleils noirs faisant partie de systèmes stellaires plus ou moins complexes.

La plupart des étoiles dont la lumière subit de grandes variations d'éclat en un temps relativement court sont des étoiles doubles très serrées, couples formés par l'association d'un soleil brillant et d'un soleil noir éteint depuis des milliers de siècles, mais continuant à tourner son corps sans vie autour d'une ardente fournaise. Lorsque le disque obscur de cet ancien soleil passe devant son étincelant compagnon, la lumière de ce dernier s'affaiblit peu à peu et le phénomène est parfois si bien étudié que non seulement les astronomes prévoient ces lointaines éclipses à un centième de seconde près, mais encore calculent les masses et les vo-

lumes de ces astres jumelés pirouettant l'un autour de l'autre à des distances effrayantes. Ces soleils noirs, qui ont « vécu leur vie », comme on disait au grand siècle, sont légion dans le ciel, mais nous sommes loin de les avoir tous catalogués. Dans le cas, en effet, où un astre obscur continue sa course, isolé de ses voisins, rien ne peut nous en faire soupçonner la présence. Or, si un tel astre s'avançait vers nous depuis des siècles ou suivait une trajectoire identique à celle de notre soleil, avec une vitesse plus grande, nous serions dans un cas analogue à celui qui se présente sur nos voies de chemins de fer où le mécanicien d'un rapide doit inspecter l'avant et l'arrière.

Et encore sommes-nous logés à moins bonne enseigne, puisque en cas de collision prévue, rien ne saurait arrêter la course échevelée du soleil à travers les espaces. De sa locomotive lancée dans la nuit, le machiniste surveille les signaux et la voie lui indiquant si la route est libre, et l'express qu'il doit croiser à tel endroit est muni de fanaux signalant sa présence, mais si l'astronome, l'œil au foyer de son puissant télescope, suit la marche de la Terre au milieu des phares lointains que sont les étoiles, aucune indication ne peut lui révéler la présence d'un astre obscur lancé contre lui, ou l'attaquant sur ses derrières.

Dans l'un et l'autre cas, choc et tamponnement sont inévitables.

Ce cas pourrait-il se produire ? Théoriquement il demeure toujours possible. Pratiquement, je vous accorde qu'il est improbable, nous avons beaucoup de chances de marcher pendant longtemps sans rencontrer un astre quelconque, mais vous savez ce que vaut le mot chance.

D'habiles mathématiciens vous diront qu'en mettant le pied dans un train, vous avez une chance seulement contre cent ou deux cent mille d'être tamponné en cours de route. N'empêche que le fait arrive journellement à des quantités de voyageurs et qu'un jour ou l'autre ce voyageur peut être *vous*.

Un tamponnement céleste n'est pas d'ailleurs un événement insolite et depuis que l'homme enregistre ce qui se passe là-haut nous en avons relevé des cas nombreux.

Il paraît maintenant bien certain que toutes les étoiles nouvelles, ou à peu près, prennent ainsi naissance. Tantôt c'est un soleil noir qui écrase et volatilise en un instant une toute petite étoile, tanttôt un astre quelconque brillant ou obscur, rencontre sur sa route un essaim de corpuscules, une nébuleuse à peine visible de l'endroit où nous sommes et dans l'un et l'autre cas la chaleur résul-

tant d'un choc de masses aussi considérables suffit à ranimer l'éclat des corps en présence.

Notre soleil peut donc fort bien rencontrer sur sa route un autre soleil éteint et c'est une fin du monde qui, pour n'avoir pas été souvent envisagée est pourtant tout à fait vraisemblable.

Que se passerait-il dans ce cas ? Quelles circonstances accompagneraient le phénomène ?

C'est un problème de mécanique céleste assez ardu, mais nous pouvons au moins en donner une idée à nos lecteurs.

Vous représentez-vous la stupeur des habitants de notre planète le jour où un astronome télégraphierait à l'observatoire où l'on centralise toutes les nouvelles astronomiques, une phrase de ce genre reproduite le lendemain par les agences du monde entier :

« Aperçu soleil noir en pleine Voie lactée. Diamètre une minute treize secondes. Mouvement d'approche prononcé».

Et les jours suivants cette autre dépêche :

« Soleil noir avance à raison de deux cents kilomètres à la seconde. Diamètre : une minute trente-huit secondes. Volume : huit fois celui de notre Soleil-Terre ».

Or, pour qui sait calculer, un semblable télégramme nous amènerait immédiatement à conclure

que le choc de notre soleil avec une pareille masse se produirait infailliblement trois cent quarante-quatre jours après la fatale nouvelle.

A partir de ce moment, des phénomènes insolites se succéderaient avec une effrayante rapidité.

Trois mois après l'annonce de cet événement sans précédent dans les annales du genre humain, l'astre noir aurait un diamètre de deux minutes environ et serait visible à l'œil nu.

Il franchirait la sphère dans laquelle gravite Neptune et son attraction formidable se ferait sentir sur la marche de toutes les planètes, la vitesse orbitale de la terre serait modifiée, la ronde des étoiles ne se ferait plus autour des pôles célestes actuels, nos horloges ne seraient plus en accord avec le cours du soleil, les saisons n'arriveraient plus aux époques fixées et tout calcul astronomique deviendrait impossible. Quarante-trois jours avant la rencontre, le soleil noir aurait un diamètre apparent égal au tiers de celui de la Lune, il franchirait l'orbite de Jupiter. Déjà notre astre du jour donnerait les signes d'une agitation formidable, de grandes traînées de feu, protubérances gigantesques, s'élanceraient hors de ses enveloppes, la chaleur augmenterait sur la Terre.

Encore un mois d'attente anxieuse. L'humanité ne vit plus, toute sa fièvre intellectuelle s'est tournée vers

l'événement attendu. La foule assiège les églises. Seule, la pensée de la mort hante les cerveaux.

Sous l'action de l'astre formidable venant à sa rencontre, le soleil se déforme lentement et reprend l'aspect de fuseau qu'il avait aux premiers âges de notre planète. A sa surface les explosions se succèdent sans trève. De cette fournaise renouvelée rayonnent une chaleur, une lumière inconnues des terriens.

Nos jours sont d'une splendeur inaccoutumée. Partout ce n'est que flamboiement. Des sommets aux neiges éternelles descendent des cascades abondantes. L'évaporation des océans amène une atmosphère humide et étouffante ; des pluies et des inondations continues dévastent d'immenses régions. La Lune affolée dans sa course séculaire, change la marche de son orbite et les heures des marées.

Chaque soir, le crépuscule vient sans amener l'obscurité. Les ténèbres se sont à jamais évanouies.

Au-dessus de l'horizon, le grand astre aveugle reflète les rayons du soleil disparu au couchant. Chaque jour, son disque s'élargit. Bientôt il égale celui de la Lune à la lueur de laquelle il mêle des rayons blafards pour donner aux premières heures nocturnes une magnificence inconnue.

Dans l'abîme céleste, les planètes brillent comme autant de phares géants.

Bientôt, ces merveilles sont voilées par un lourd écran nuageux où le tonnerre gronde sans relâche !

Encore deux jours !

Le ciel s'est éclairci çà et là. A la lueur des éclairs s'ajoute celle des bolides et des pluies d'étoiles filantes.

La voûte céleste est en feu, d'immenses incendies s'allument à tous les points de l'horizon, les hommes tremblent de frayeur et se rappellent les paroles de l'Apôtre.

« Et tous les hommes seront comme rendant l'âme de frayeur dans l'attente des choses qui vont arriver sur toute la terre, car les puissances des cieux seront ébranlées. »

Encore un jour ! Les astronomes ont calculé à une seconde près le moment où se heurteront les deux astres ennemis. Une dernière fois, le soleil déformé s'est abaissé lentement au couchant, recélant en ses flancs gonflés la genèse de la catastrophe.

Tous les yeux humains sont fixés sur l'astre et les yeux sont fous d'épouvante. Demain, c'est le jour fatal, l'effroi est au comble.

Après des siècles se renouvellent les terreurs de l'an mille ! Mais, cette fois, aucun doute n'est permis.

Dans les villes, les rues sont remplies d'une foule

anxieuse. Affolés, les habitants se ruent vers les faubourgs pour gagner les champs.

La terrible prophétie les accompagne.

D'ailleurs, où vont-ils? Ils ne le savent eux-mêmes. Tout à coup, des hommes s'arrêtent dans leur marche et éclatent d'un rire atroce. La folie gagne les cerveaux. A Paris, l'anxiété est indicible. L'observatoire est assiégé, on monte sur les toits, sur les édifices. Aux Champs-Elysées, la foule pressée ne peut plus circuler. Pourtant, jamais soir ne fut plus splendide.

Dès le soleil couché, une grande vague rouge monte à l'occident, ensanglante les nuages, épand sa pourpre tragique derrière l'Arc de Triomphe. Bientôt dans cet embrasement céleste apparaît un disque d'argent pâle. C'est le soleil noir, le vagabond des espaces, accouru des profondeurs du ciel pour absorber l'astre radieux qui, depuis des millions de siècles, présidait aux destinées planétaires.

La nuit s'est passée dans une fièvre démente. L'aube revient plus hâtive, et cependant, le soleil considérablement agrandi, brille avec moins d'éclat. Tout à coup, avant l'heure fixée pour l'effrayant rendez-vous, un frisson de lumière plus ardent parcourt la terre. Là-haut, près du foyer solaire, un autre foyer se révèle. C'est l'astre éteint qui s'est réveillé.

Sous l'action de notre ancien soleil, les flancs de l'étoile obscure se sont ouverts, les gaz intérieurs ont explosé violemment. Des éclairs jaillissent, et c'est au milieu d'une lueur effrayante que se produit la collision.

Jamais vision ne fut plus belle ni plus terrible. Sous l'action du choc épouvantable, la matière solaire se disperse en traînées de feu, jusqu'à l'orbite de Mercure. Le soleil noir a éclaté et maintenant il mêle ses gaz étincelants, ses vapeurs métalliques, ses lueurs incandescentes au fuseau lumineux de notre humble étoile. Deux spirales de feu s'élancent de l'astre revivifié. Dragons fulgurants, ils soudent leurs têtes vers la planète Mercure qu'ils enlacent de leurs anneaux, leurs longs replis s'agrandissent à vue d'œil, en quatre heures ils ont atteint Vénus et l'étoile du matin flambe comme un tison. Le tourbillon incendiaire va-t-il nous atteindre ?

Déjà une chaleur torride se répand sur la terre. Des raz de marée terribles envahissent les continents. Les forêts brûlent, les villes s'effondrent, de longs frémissements sismiques agitent le sol. Des failles s'entr'ouvrent et engloutissent des cités entières, des montagnes glissent et s'écroulent. Tous les volcans éteints se rallument ; de nouvelles bouches crachent les matières brûlantes du feu central. Les puys d'Auvergne vomissent des torrents de lave.

La chaleur augmente toujours. L'humanité, affolée, errant dans cette fournaise, se réfugie dans les caves, envahit les cavernes, descend dans les mines. Précautions vaines.

De minute en minute, la télégraphie sans fil apporte des nouvelles effarantes. Londres est détruite ; Lisbonne, Amsterdam, Bordeaux, New-York, San Francisco, toute la côte d'Azur, la Sicile, Naples, le Japon, les Antilles, tout ces pays ont disparu, effondrés, inondés par les eaux envahissantes. Paris résiste encore, les édifices publics, la tour Eiffel, Notre-Dame, le Sacré-Cœur se sont écroulés, le gros des habitations est toujours debout, mais partout des feux s'allument, l'incendie étend ses ravages et fait des milliers de victimes.

L'air se charge d'électricité, de longues étincelles jaillissent des réseaux télégraphiques, le tonnerre gronde, les cyclones parcourent la terre, tous les éléments sont confondus et déchaînés.

De la plate-forme de l'Arc de Triomphe, encore debout, par-dessus le bois de Boulogne, en partie détruit, une grande ligne blanche apparaît. Bientôt l'œil découvre une nappe liquide. Son front bouillonne comme des brisants. C'est l'Océan qui a rompu ses digues. Par un phénomène inexplicable, l'axe de la terre a basculé et les mers se sont ruées

à l'assaut des continents. Les eaux atteignent Saint-Cyr, Saint-Germain, Argenteuil.

Bientôt, la vague meurtrière envahira Paris, versera son écume sur les toits et ensevelira la première capitale du monde.

En plein ciel, entre les nuages disloqués, les deux soleils développent leurs spirales et flamboient toujours. Encore quelques heures, et il n'y aura plus sur la terre aucun œil humain pour contempler ce terrifiant spectacle digne des genèses d'autrefois.

. . . . . .

La Terre roule autour d'un soleil nouveau parti des régions de Cassiopée. Nul, dans le ciel sidéral ne connaissait sa présence, pour un astronome habitant le système de Véga, la disparition de l'humanité passera tout à fait inaperçue. Mais, sur les régistres de ses observations, notre astronome inscrira ce fait inexplicable, sans doute :

« Le soleil de 6e grandeur, qui se dirigeait vers nous, vient de subir une augmentation inattendue d'éclat ; enfin, phénomène étrange, son mouvement propre est changé, l'étoile nouvelle se dirige vers la Croix du sud ».

A l'ombre de la Lune

L'Énigme de la Couronne solaire

Les pages qui vont suivre sont le récit d'un voyage en Tunisie, entrepris à l'occasion d'une mission dont le Bureau des Longitudes m'avait chargé. Je devais étudier l'éclipse totale de Soleil du 30 août 1905 qui ne fut que partielle en France.

On sait que ces phénomèmes, assez rares pour une contrée déterminée de la Terre, sont extrêmement importants pour l'Astronomie.

Le Soleil, nous l'avons dit au Tome I des Énigmes, est entouré d'enveloppes concentriques, dont la plus élevée a reçu le nom de *Couronne*. Or pour étudier la couronne solaire, nous n'avons que les rares moments où le Soleil est complètement caché par la Lune. C'est la raison pour laquelle beaucoup de gouvernements favorisent les missions à ces

époques privilégiées. La couronne est une auréole s'étendant fort loin du Soleil et dont les fines particules sont probablement les restes de la nébuleuse primitive ; mais un grand nombre de ces particules doivent aussi provenir du Soleil lui-même qui les repousse dans l'espace, en vertu de la pression de radiation. Quoi qu'il en soit, l'Énigme de la couronne est loin d'être résolue et l'on comprend avec quel acharnement les astronomes continuent à profiter des éclipses totales pour essayer de percer à jour le mystère posé à la science depuis des siècles.

Les personnages dont il est question dans ce récit ne sont autres que mes collaborateurs, dont j'ai changé à dessein les prénoms. C'étaient MM. Auguste Marchand et Alexandre Baudon, mes astronomes adjoints ; M. Ed. Salles, alors physicien au laboratoire du Collège de France, M. J. Maquaire, directeur de la fabrique de porcelaine de Mehun-sur-Yèvre, attaché à la mission en qualité de photographe de grand talent.

Grâce à la science et au dévouement de ces quatre aides bénévoles, nous pûmes faire « du bon travail » et je profite de cette occasion, pour leur renouveler mes remerciements. Les résultats de nos recherches ont paru dans différentes Revues scientifiques ou Bulletins de Sociétés, et j'en ai donné

quelques-uns dans mon ouvrage: *Origine et Formation des mondes.*

Avez-vous peur des microbes, la plus noble conquête de l'homme civilisé au XIXe siècle ? N'allez pas dans le Midi... A partir de Lyon, inclusivement, vous vous sentiriez envahi par cette nouvelle plaie d'Égypte.

Le rapide de Paris-Marseille nous avait déposés à Lyon que nous avions l'intention de visiter : on nous en avait dit tant de bien ! Nos premières impressions, consignées sur nos carnets de voyage, se résument en ceci : *Lyon*, 460 000 habitants, ville sale et peu intéressante (1). Il paraît que, du haut de la colline de Fourvières, on jouit d'un panorama splendide. Aussi, dès le lendemain matin, grimpions-nous là-haut pour emporter une meilleure idée de la région. Hélas ! il y faisait moins clair que sur la place Bellecour, et la vue s'étendait à trois pas dans un brouillard aussi dense que l'eau de Seine. Je n'ai rien à dire sur l'église de Fourvières, célèbre dans le monde entier. J'ai même tenu à oublier le nom de l'architecte qui en est

(1) Ne pas oublier que ces lignes ont été écrites depuis longtemps, Lyon est sans doute devenue très propre, ainsi que Marseille... mais j'ai voulu respecter le texte ancien, à titre de souvenir et de documentation (*note de l'auteur*).

l'auteur, et c'est bien le mieux que je puisse dire sur son œuvre... Dès 10 heures du matin, nous filions sur Marseille.

Marseille, la Cannebière ; encore plus sales que Lyon ! On dit cependant les Marseillais propres, coquets ; j'en suis ravi, mais nous avions hâte de partir. J'avais compté sans la douane ; il fallait retirer les bagages, montrer nos papiers : mission officielle, retard résultant de formalités trop compliquées ; bref, en une heure, après avoir pris deux commissionnaires, frété trois voitures, passé la main dans le dos à huit Marseillais et leur avoir assuré une reconnaissance éternelle, tout était en état de prendre la mer et de faire voile pour Tunis.

La vue du port de Marseille, lorsqu'on quitte la rade, est une des plus pittoresques qu'on puisse décemment rêver au cours d'un voyage, et nous restâmes longtemps à contempler ce spectacle digne des meilleurs pinceaux. Après quoi nous convînmes, mes collaborateurs et moi, de la façon préférable d'occuper les 35 heures nous séparant de la Tunisie.

Nos compagnons de traversée furent passés en revue, y compris l'équipage, et à part deux ou trois types à croquer, nous décidâmes que la plus noble manière de ne point perdre notre temps était de visiter notre cabine et d'essayer de dormir.

Le ronflement des machines situées à tribord et une chaleur étouffante, digne avant-coureur des températures que nous allions subir, nous persuadèrent, dès les premières minutes, que nous avions mal envisagé la situation. Le pont était la place évidente que nous devions occuper. La mer était belle, les flots d'un bleu d'azur particulier à la Méditerranée, le ciel ne l'était pas moins... et le paysage aussi peu varié que possible. Que nous fallait-il de plus?

La première partie de la traversée de Marseille à Tunis est la plus accidentée. Pendant quelques heures on côtoie, en effet, de rares îlots dénudés en face desquels un passager bien intentionné ne manque jamais de vous dire : « Ici, nous avons tant de pieds d'eau, — un nombre toujours respectable pour quelqu'un ne connaissant pas la natation ! — c'est précisément en cet endroit que tel vaisseau s'est perdu corps et biens et a coulé à pic. » Ces récits font toujours plaisir.

Mais bientôt c'est la mer toute nue avec son horizon bleu aux teintes changeantes ; et l'on rêve d'une navigation de trois ou quatre mois, et l'on escompte d'avance les plaisirs d'une telle monotonie. La nuit arrive, calme et sereine, les étoiles s'allument, et chacun déserte le pont pour regagner sa cabine. Les moins fatigués restent à causer par

groupes ; bientôt nous parlons de l'éclipse, but de notre voyage. Et c'est l'éternelle question : « Pensez-vous que nous aurons beau temps ? » — « Ah oui ! nous disait avec un soupir M. le Proviseur du Lycée de Tunis, en s'épongeant constamment ; dans notre pays, hélas ! c'est le ciel serein à jet continu jusqu'à la mi-novembre »... et ceci nous réconfortait.

Au milieu de la nuit nous voulûmes assister au lever de la Lune, alors à son dernier quartier, celle qui devait quelques jours plus tard nous voiler le Soleil. Une lueur embrase l'horizon, puis une échancrure lumineuse et un long sillage sur les flots, avec ce miroitement argenté qu'on ne se lasse pas d'admirer.

Au lendemain matin, nous passions près des côtes de Sardaigne, un dos dénudé où l'on n'aimerait guère fixer son existence ; la ligne d'horizon redevient nette peu après, et nous en avons jusqu'au soir à filer toujours sur les flots unis comme un lac. Mais il est d'expérience qu'il n'existe pas de paquebot de la Compagnie Transatlantique qui ne comprenne parmi ses passagers des personnes ayant des usages, de bonnes manières..., et quelquefois de l'intelligence, et c'est ce que nous trouvâmes, là d'ailleurs où nous ne le cherchions pas.

Dans mon inexpérience des choses de la mer, je m'étais imaginé qu'un capitaine ou comman-

dant de navire devait être quelqu'un, sinon d'intelligent, d'instruit tout au moins, et c'est en cela que je me trompais aussi grossièrement que si j'eusse appliqué l'épithète de petit au grand bonhomme représentatif qui dirigeait censément la marche de notre bâtiment sur la haute mer.

Cet homme était du genre de ceux qui font semblant d'avoir fait des études et qui peuvent tromper les parents sur la valeur de l'instruction qu'on doit donner dans les écoles navales. Différentes conversations que nous eûmes avec lui nous montrèrent que sa capacité en volume l'emportait de beaucoup sur celle de son esprit. Cette comparaison, toute mauvaise qu'elle puisse vous paraître de prime abord, peint bien ma pensée. Je sais que l'esprit ne se mesure pas à la toise ni au demi-setier, puisque d'après les recherches récentes des psychologues, sa nature n'aurait pas changé depuis Platon qui, déjà, le tenait pour immatériel ; mais personne n'a encore trouvé le moyen de se passer de métaphores... Je ne désespérai pas cependant de l'équipage pour une aussi futile raison et mon instinct me porta vers l'entrepont où se trouvaient les cuisines. On y préparait le déjeuner, chose importante pour les passagers qui font toujours honneur au menu du bord... lorsque l'état de la mer le leur permet, ce qui était notre cas.

La figure rubiconde du maître-coq s'encadrait dans une petite fenêtre d'où sortaient les fumées odoriférantes des casseroles : « Eh bien, chef, lui dis-je, par une mer aussi belle vous avez de l'ouvrage, hein ? — Ah ! Monsieur, on en a vu d'autres ; ainsi tout dernièrement nous avons fait une croisière avec les Allemands ; ah ! je vous assure que ça changeait de note. Ce qu'ils avalent, ces Teutons ! Le matin, ils engloutissaient des tonnes de café avec des montagnes de beurre, et, se trouvant bien de l'ordinaire, ces messieurs recommençaient par trois fois leur petit déjeuner. La mer était couci-couça ; mais pas un, pas un, Monsieur, n'a eu le mal de mer ». — Il était de bonne humeur, le coq, et la conversation continua. J'ai toujours plaint les chefs en raison de la grande chaleur des cuisines, et je fis mes réflexions à ce sujet ; la bonne figure du Vatel s'illumina ; « Monsieur, répondit-il, ce n'est pas le cas pour moi de répéter le *Tityre, tu patule recubans sub tegmine fagi* de Virgile. Ah ! je puis le dire sans phrases, nous ne sommes pas à l'ombre d'un hêtre dans l'antre qui nous sert de cuisine. »

Mon chef m'aurait fait sauter par dessus le bastingage que je n'aurais pas été plus surpris.

— Vous connaissez donc Virgile, mon ami ?

— Si je le connais, Monsieur, mais ce n'est pas pour rien qu'on a fait ses études.

Décidément mon homme avait des « lettres » ; il avait fait ses humanités dans je ne sais quel séminaire du Midi, et ses parents, jugeant que la position peu lucrative d'ecclésiastique ne convenait pas à leur fils, avaient décidé à la fin de sa rhétorique qu'il ne devait pas avoir la vocation, et il était devenu chef... d'une nombreuse famille, comme eût dit Labiche.

A partir du moment où je rencontrai ce brave homme, nous devînmes de bons amis. Les choses du ciel l'intéressaient et il me fit bon nombre de questions sur nos occupations pendant l'Éclipse, qu'il aurait voulu voir, mais dès le lendemain, il devait quitter Tunis avec le bateau..., et où serait-il le 30 août ?

Pour nous, *Tunis* était le continent désiré, et dès le soir même nous abordions les rives de la Carthage moderne.

Pour pénétrer jusque dans la rade de Tunis, l'industrie maritime a dû creuser dans la « *Bahira* », une sorte de chenal étroit sur lequel nous naviguâmes près d'une heure. A droite et à gauche, la Bahira, ou petite mer, ne forme plus qu'un lac de six pieds d'eau à peine, recouvrant les immon-

dices qui éloignent de la belle Méditerranée la capitale de la Régence. « Comme Tantale, Tunis est près et loin de son désir : aux heures énervantes, sous la chaleur lourde, dans la nuit sans un souffle ou parmi les bouffées du sirocco, elle aspire à la mer voisine et n'entend rien des eaux vivantes et ne sent rien des senteurs salines. » Ce passage d'Onésime Reclus caractérise bien Tunis, mais ce n'est encore qu'un euphémisme. Lorsque le vent souffle du lac, les senteurs n'ont en effet rien de salin, elles se rapprochent plutôt de celles qui émanent la nuit des pompes qualifiées d'inodores : l'air est empesté de vapeurs rappelant l'acide sulfhydrique et les œufs pourris. Telle nous apparut Tunis à l'arrivée. Heureusement, nous avions un ami bon enfant, M. Pavillard, qui nous attendait au bout de la passerelle du bateau. Cette figure berrichonne, apparue en pays inconnu, nous rappela la France et, après de chaleureuses accolades, nous sautâmes en voiture pour aller dîner.

La ville européenne ressemble à toutes les villes européennes. Çà et là, quelques palmiers nous rappelèrent que nous touchions l'Afrique. Le mois d'août n'est pas favorable à la cité ; les indigènes d'occasion l'ont désertée en raison du climat, et Tunis paraît vide. Nous passons devant le Casino, œuvre d'un goût douteux et rococo, quoique de

modern style. La cathédrale, bâtie avec le souci du cachet oriental, paraît un monument écrasé, sans architecture. Plus loin, à l'entrée de la ville arabe, un arc de triomphe, qui a nom Porte de France, rappellerait l'Orient s'il n'était pas ceint d'une rangée de becs de gaz avec les éternelles initiales R. F. qu'on a exportées à 874 kilomètres de Marseille. Bref, le Tunis européen, sillonné de trams électriques bondés d'Arabes, ne vaudrait pas la peine d'une visite s'il n'était flanqué de la vraie Tunis (*Medina*) qu'on a eu le bon goût de respecter.

Tomber dans les souks tunisiens à 9 heures du soir, n'est point chose banale lorsqu'on débute dans la vie d'Orient. Je n'essayerai pas une description de Medina vue à l'heure où se couchent les honnêtes gens. Il faudrait à cette besogne une plume autrement alerte, et Loti lui-même avec son talent de peintre n'y suffirait pas. On se sent transporté dans un pays de rêves..., auquel d'ailleurs on n'a jamais rêvé, les photographies et les descriptions n'en donnant qu'une maigre idée. J'ai pensé à un moment que j'étais sur une lointaine planète. Les Arabes, vêtus de leur grand manteau blanc drapé en plis harmonieux, passent sans bruit comme des ombres. A chaque instant, on est près de heurter une sorte de paquet de linge sale étendu sur le bord de la rue — si l'on peut décorer de ce nom

les artères de la ville — et en se baissant on découvre, surgissant de cet amas plus ou moins clair, un pied, un bras, ou un turban. Des lampes fumeuses éclairent quelques intérieurs de boutiques et, dans les endroits les moins sombres, illuminés par un réverbère, des dizaines d'Arabes accroupis fument lentement leurs cigarettes en dégustant la classique petite tasse de café.

Nous suivions, peu rassurés, l'ami Pavillard dont le costume blanc d'officier paraissait nous protéger dans les ruelles obscures, véritable labyrinthe dont nous ne serions jamais sortis sans guide. Nos craintes, nous l'avons su depuis, étaient absolument chimériques ; un étranger est beaucoup plus en sûreté à Tunis à minuit et par une nuit sans lune, qu'un Parisien sur le boulevard des Italiens à 10 heures du soir ou qu'un Berrichon se promenant à Bourges à la nuit tombante sur le boulevard Gambetta. L'Arabe de Tunis est doux de caractère et il est presque inouï qu'un crime se commette dans la capitale de la Régence. Les roumis (chrétiens), et par conséquent les Français, sont détestés, mais ce sentiment est purement abstrait et n'influe pas sur la conduite pratique des indigènes.

Pendant que nous suivions notre officier, chacun fouillait ses poches pour s'assurer que son pistolet y était présent.

— « Avez-vous votre revolver », dis-je à mon ami Henri cheminant près de moi.

L'ami interpellé esquissa un geste vague et me dit tout bas : « Mon *flingot* est à l'hôtel dans ma valise et les balles se trouvent encore à la douane dans la caisse de l'équatorial ; mais Antoine doit avoir le sien. » Antoine, consulté, avoua que sa panoplie était sur le bateau emportant une partie de notre bagage à Sfax. Quant à moi, après avoir constaté l'absence de toute arme offensive et défensive, je me rappelai subitement que j'avais laissé mon revolver acheté quinze jours auparavant, dans une armoire fermée à double tour et dont — ironie cruelle — je touchais la clef au fond d'une de mes poches. Sur trois pistolets, trois manquaient à l'appel et c'était tant mieux, car nous étions aussi adroits les uns que les autres.

Cette histoire nous amusa beaucoup et me rappela une page de Mark Twain, l'humoriste américain. — Mais je gage que parmi mes lecteurs, beaucoup ne connaissent Twain que de nom. Alors, laissez-moi vous citer la page des revolvers. Mark Twain entreprend un voyage au Nevada et il parle de son équipement :

« J'étais, dit-il, armé jusqu'aux dents avec un misérable petit Smith et Wesson à sept coups, du même calibre que les pilules homéopathiques ; il

fallait les sept coups complets pour faire une dose pour adulte. Moi, je trouvais ça grandiose. Il me semblait que c'était là une arme dangereuse. Elle n'avait qu'un défaut, on ne pouvait rien atteindre avec. Un de nos « conducteurs » s'en servit quelque temps contre une vache : tant que la bête se tint immobile et resta sage, elle ne courut aucun danger mais dès qu'elle commença à circuler et qu'elle cessa de servir de cible au tireur, il lui arriva malheur. L'un de nous portait en bandoulière un revolver Colt de petit volume en guise de protection contre les Indiens ; crainte d'accidents, il ne l'avait pas chargé .Un autre voyageur était sinistrement formidable. Il portait à la ceinture un vieil « Allen » authentique, ce que les gens irrévérencieux appellent « un moulin à poivre ». Le seul fait de presser sur la détente faisait tourner le barillet, le chien partait et la balle filait. Viser le long du barillet en mouvement et atteindre l'objet visé était un exploit qui n'avait probablement jamais été accompli sur la terre avec un Allen. Mais l'arme méritait tout de même confiance, parce que, si elle ne réussissait pas du côté qu'elle se lançait, elle amenait autre chose. Et c'était vrai. Elle « se lança » un jour sur un deux de pique cloué à un arbre et « amena » une mule qui se trouvait à 30 mètres sur la gauche. Notre compagon ne voulait

pas de mule, mais le propriétaire s'avança avec un fusil de chasse à deux coups, et je ne sais comment il lui persuada de l'acheter. C'était une arme tolâtre que cet « Allen ». Quelquefois les six canons partaient du même coup ; et il n'y avait plus de sécurité dans le pays qu'en arrière de l'arme. »

Heureusement, nous n'eûmes pas la peine d'essayer nos revolvers, et, au surplus, ce n'était pas le moment de risquer un esclandre et de nous faire coffrer pour tapage noctune ; nous voulions voir l'Éclipse.

Après avoir erré à la suite de notre guide dans des ruelles extraordinaires, histoire de prendre contact avec la vraie Tunisie, nous rentrâmes à 11 heures du soir, exténués, mais ravis, et fûmes joliment contents de trouver un bon lit et une chambre confortable, car il y a de bons hôtels dans la Régence. Si j'insiste sur ce point, c'est que, là comme en bien d'autres circonstances, nous fûmes obligés de nous dire qu'on nous avait singulièrement trompés.

Avant d'entreprendre ce que nous appelions notre grand voyage, nous avions pris des renseignements de toutes les bouches, nous avions consulté tous les guides, lu tous les livres, et de ce

fatras de réponses et de renseignements, nous avions acquis de profondes convictions. Aussi, dois-je l'avouer sans fausse honte, nous étions partis comme de vrais Tartarins de Tarascon.

Voici les *convictions* générales dont nous étions pourvus :

Conviction I : Une arme défensive — quelque chose comme un révolver portatif, pouvant se dissimuler dans un panier, un sac à main ou une valise — est constamment nécessaire au voyageur tunisien pour intimider les Arabes et consorts ; et, pour assurer la sécurité d'icelui (le voyageur), peut-être est-il bon de la choisir (l'arme) de gros calibre ?

Conviction II : Il est fort imprudent, voire même notoirement téméraire, d'entreprendre un voyage de Tunisie par une saison aussi avancée que celle présidant au mois d'août. Cette conviction était appuyée *sur* une Agence de voyages et de renseignements que nous avions consultée quelques mois auparavant et qui, malgré les avantages pécuniaires envisagés par elle, n'avait pas voulu exposer un guide choisi dans son personnel aux rigueurs d'un climat qu'elle n'hésitait pas, dans son outrecuidance géographique, à qualifier de tropical ; d'après elle, le thermomètre s'arrêtait,

depuis plusieurs années, à une moyenne de 42 degrés en été, et aucune sommation à lui faite par le Gouvernement tunisien pour obtenir la moindre descente, n'avait eu de résultats appréciables. Comme, en outre, les nuits étaient fraîches, pour qu'il y eût une moyenne de 42 degrés, il fallait de toute évidence que le thermomètre voulût bien atteindre, vers le milieu de la journée, un chiffre compris entre 50 et 54 degrés.

Conviction III : Personne ne devait pénétrer dans l'intérieur de la Régence sans être muni d'un costume d'explorateur en toile légère, surmonté d'un casque colonial, dont la forme se rapprochait plus ou moins de celle d'un parapluie ouvert.., ledit casque pouvant, *ad libitum*, être en liège ou en moelle de sureau.

Conviction IV : Il était interdit, durant notre séjour, de faire usage de boisson glacée ou simplement fraîche ; tout liquide fermenté étant défendu par le Koran, nous devions supposer que Mahomet n'avait pris cette décision qu'en connaissance de cause. L'usage des boissons chaudes, telles que le café et le thé, semblait tout à fait rationnel. Ce conseil, donné par des hommes expérimentés, nous paraissait au-dessus de toute critique, et pas un seul instant nous n'avions douté de sa valeur. Tout au plus, suivant les avis d'un ancien colon, pou-

vions-nous user de la permission de mettre quelques onces de glace dans nos verres tous les trois ou quatre jours, suivant la robustesse de notre constitution, afin de tonifier l'estomac. L'usage d'une faible dose quotidienne de quinine s'imposait avec non moins d'assurance, et l'ami Henri avait été chargé par la communauté de réunir en une pharmacie portative les produits thérapeutiques dont l'efficace avait été de longue date éprouvée par les sommités du corps médical des colonies.

Conviction V : Afin d'éviter toute maladie d'entrailles ayant pu provoquer, soit une constipation, soit plutôt un état contraire, chacun des explorateurs composant la mission avait reçu l'ordre de se pourvoir, à ses frais et périls, d'une ceinture de flanelle d'une longueur appropriée à la capacité de chacun, cette longueur devant toujours être suffisante pour que ladite ceinture fît plusieurs fois le tour de nos personnes. Et, sur ce, nous avions dévalisé tout un rayon de la précieuse étoffe dans un magasin de la capitale ; le partage devait se faire dans la suite, proportionnellement à notre diamètre.

Conviction VI : Étant donnée la saleté proverbiale des habitants des régions traversées par nous, il ne nous était pas loisible de supposer un seul instant que nous trouverions des hôtels dont les lits

ne seraient pas infestés d'une multitude d'insectes dont je tairai les noms par respect pour mes lecteurs. Cette conviction VIe était née à la suite des récits de voyages les plus authentiques et quelque chose comme une *combinaison* s'imposait. Une idée aussi saugrenue avait été sûrement émise à l'origine par des astronomes faisant profession ouverte de la doctrine de la pluralité des mondes habités.

Tout ceci nous paraissait, d'ailleurs, conforme à la saine raison, et nous étions bien décidés à n'enfreindre aucun de ces précieux conseils. L'expérience nous dicta bien vite ce qu'il en fallait penser.

J'ai déjà indiqué plus haut ce qu'il faut croire de la Conv iction I : je n'y reviendrai pas.

Quant aux chaleurs subies, je dois déclarer, premièrement, que nous n'avons jamais constaté une température dépassant 41 degrés. Dans notre excursion au désert, le thermomètre n'osa franchir le 39e degré. Pendant le mois d'août, les nuits fraîches n'existent que dans l'imagination des romanciers. Bon nombre d'Arabes couchent à la belle étoile, et que de fois nous avons vu, à Tunis, les portes des magasins gardées, la nuit, par un Arabe, à peine enveloppé dans les replis de sa *gandoura*, dormant et ronflant à poings fermés, cependant

que nous allions nous enfermer dans nos chambres d'hôtel avec une température minima de 32 degrés. L'impression de chaleur étouffante ressentie dans le cours de notre voyage provient surtout de l'humidité de l'atmosphère qui provoque une transpiration abondante, inconnue dans nos régions.

Tout le littoral de la Tunisie est logé à la même enseigne ; mais c'est à Sfax que nous en avons le plus souffert. On supporte plus allègrement la température du désert, température sèche qui, à la longue, paraît-il, a l'inconvénient d'être encore plus énervante.

Tous mes compagnons sont d'avis que, si ce voyage était à refaire, il serait plus simple et moins grotesque de s'habiller en Tunisie comme en France, quitte à prendre un vêtement très léger et et à ne pas sortir entre 11 heures du matin et 3 heures du soir. Cette dernière règle n'a, d'ailleurs, été observée par aucun d'entre nous, et, à toute heure du jour, on pouvait nous voir parcourir les rues de Tunis, braquant nos objectifs et déclanchant nos obturateurs. La sieste nous était généralement inconnue ; tout au plus pouvions-nous dormir quelques heures pendant la nuit, portes et fenêtres grandes ouvertes.

Nous n'étions pas plutôt débarqués sur le sol

tunisien qu'une sensation de chaleur humide, inconnue jusque-là, s'empara de notre être et, comme un démon tentateur, fit miroiter à nos yeux des blocs de glace bien transparente, qu'on couperait à petits morceaux et qui fondrait dans un verre de sirop. La paille traditionnelle servirait à nous ingurgiter ce breuvage délicieux. Nous pensâmes tous la même chose, mais nous repoussâmes, comme une idée malsaine ou au moins déplacée, cette horrible tentation. En traversant l'Avenue de la Marine pour nous rendre à l'hôtel, beaucoup de personnes assises aux terrasses des cafés semblaient mises là tout exprès pour nous inciter à boire l'eau glacée. Antoine en fit la remarque ; je détournai la conversation très prudemment et je fis, à part moi, la réflexion que les boissons chaudes étaient meilleures à nos estomacs : un grand bol de thé bouillant placé près de nous au dîner, devait nous suffire. Au fond, cette idée tout hygiénique ne me souriait pas du tout. J'ai toujours eu en horreur la tasse de thé du *five oclock*. Elle me rappelle une tisane fade et sans saveur, et je n'ai jamais compris qu'elle pût être pour quelques-uns le *summum* de la gourmandise. Il ne faut avoir rien autre chose à boire, ou être entré profondément dans la pratique et la théorie de la pénitence et de la mortification, pour se résigner à une pareille boisson.

J'en étais là de mes réflexions, lorsque M. Pavillard commanda d'une voix de stentor dans le restaurant où nous étions installés : « Garçon, apportez de la glace ! »

O sainte horreur ! — « Comment vous osez prendre de la glace ? »

L'ami Pavillard me regarda avec les yeux d'un homme ahuri, ne comprenant rien à ma question. Antoine, jetant par dessus bord tout respect humain, faisait déjà disparaître avec une joie enfantine un plein verre d'eau fraîche et, je n'oserais l'affirmer, mais je crois bien qu'il s'emplit la bouche d'un morceau de glace énorme qu'il suçait avec délectation. Alors la Conviction IV s'enfuit à toute vitesse et, depuis le prémier soir, il n'en fut plus question. Chaque jour nous avalâmes sans exagération 7 ou 8 kilogrammes de glace, non compris les litres de liquides divers. Il y avait surtout une petite limonade gazeuse, piquante à point, à peine sucrée, qui, additionnée de citron, faisait nos délices : les Arabes la qualifiaient du nom de *gazousse*. Dieu ! ce que nous avons absorbé de gazousses pendant notre séjour ! de quoi remplir les tonneaux d'une cave de marchand de vins. Tous les quarts d'heure, nous nous arrêtions pour consommer une gazousse sans compter les morceaux de glace ; et encore n'obtient-on par ce procédé

qu'un liquide dont la température est rarement inférieure à 15°. Voilà ce que nous faisions des principes exportés de notre chère France. J'affirme sans rire qu'il nous eût été impossible de continuer notre voyage et de travailler convenablement sans ces rafraîchissements artificiels. Les Arabes en sont, d'ailleurs, très friands, et le café glacé, en Tunisie, devient de plus en plus à la mode.

Les Ve et VIe Convictions tombèrent comme les précédentes et, après quelques heures de sommeil, dès le matin, nous parcourions les rues ensoleillées de Tunis.

La ville nous parut dix fois plus intéressante que la veille ; nous ne nous lassions pas d'admirer ce décor féerique, aux couleurs voyantes sans être criardes, et, dès les premiers instants, nous eûmes de nouveau la sensation d'être loin, très loin de la France.

Medina, à 7 heures du matin, présente, en certains quartiers, une animation, rappelant celle des grands boulevards parisiens, toutes proportions gardées, car les rues sont très étroites. A moins d'habiter Tunis, il est difficile de se reconnaître au milieu de ce dédale de ruelles tortueuses, de rues couvertes, de maisons basses, de mosquées, etc. Malgré cela on peut s'y promener seul, en flâneur ; on finit toujours, après un temps plus ou moins

long, par retomber sur l'une des grandes artères qui enserrent la ville indigène et vous ramènent dans des régions connues. Nous nous sommes plusieurs fois livrés à cet exercice qui ne manque pas de charme et qui a toujours pour le moins celui de l'imprévu. C'est au cours d'une de ces excursions que nous arrivâmes sur une place assez vaste près de la Kasba ; à l'un des angles se trouve le café maure dont la photographie a été maintes fois donnée dans les recueils de monuments tunisiens.

On nous avait tant vanté le café préparé à la manière arabe, le *kaoua,* que nous voulûmes goûter à cette boisson délicieuse. Nous nous assîmes, les jambes croisées, sur les tapis de l'extérieur et nous attendîmes. L'antre qui servait de cuisine était à notre gauche et nous pouvions voir ainsi le secret des préparations. Un Arabe à la mise négligée se mit en devoir de nous servir. Le café moulu très fin est versé au fond d'une minuscule tasse en fer à longue queue, rappelant en petit le pot à lessive dont se servent les ménagères. On le remplit d'eau jusqu'au bord, et le tout est porté sur une espèce de fourneau contenant plus de cendres que de braise. Après ébullition, le café est préparé et on le sert au client. Jamais nous n'avions goûté café aussi parfumé et, comme les

tasses sont de faible volume, nous décidâmes d'absorber une seconde tournée.

De la terrasse où nous étions assis, l'œil se reposait sur le décor étrange placé devant nous. Les allées et venues de tous ces gens, singulièrement costumés, traversant la place, les uns avec une gravité majestueuse, les autres en courant à leurs affaires, nous intéressaient vivement. Certains Arabes riches, aux vêtements immaculés, au large turban de couleur, se dirigeaient lentement, égrenant leur chapelet, vers les mosquées voisines. Rencontraient-ils un ami ? immédiatement on faisait la causette, cependant que les doigts continuaient à se promener sur les grains de la machine à prière qu'ils portaient avec eux. Leur religion est, en effet, la plus commode qui existe au monde et la moins compliquée : c'est du pur formalisme. Parfois, c'était une longue théorie de femmes voilées, enveloppées d'un *haïk* élégant et seyant à ravir : je parle surtout des femmes que l'embonpoint, qualité principale d'une mauresque, n'a pas encore envahi. Les autres ne sont qu'un paquet de graisse informe, rendu encore plus disgracieux par le costume propre aux musulmans. Parfois aussi, c'était un défilé ininterrompu de petits bourricots s'avançant à pas lents, brûlés par le soleil, la tête pendante, montés par un grand Arabe dont

les jambes sans cesse en cadence touchaient le sol à intervalles réguliers : une large ombrelle protégeait le fils de Mahomet, et invariablement il était suivi ou accompagné d'une de ses femmes, à pied bien entendu, suant à grosses gouttes sous son costume presque fermé. La galanterie est inconnue des indigènes, et une seule fois seulement nous vîmes une femme montée sur un pauvre petit âne pendant que le mari, ou quelque chose d'approchant, se résignait à marcher à ses côtés.

Le temps passait, et la seconde tasse n'arrivait pas. Le garçon n'avait pas compris. A cet instant, notre attention fut attirée par un Arabe dépenaillé, sale, couvert de poussière, qui, sûrement, arrivait du *bled* (la campagne) : il se dirigea vers la cuisine d'un pas résolu, fit ses salutations au garçon, et sans plus de vergogne, après avoir enlevé son turban, se trempa la tête dans un baquet plein d'eau. Il lava sa barbe souillée, se débarbouilla consciencieusement, et, finalement, s'essuya avec la guenille qui lui tenait lieu de gandoura. Notre étonnement était à son comble, car l'Arabe en question avait fait ses ablutions dans l'eau destinée à la préparation du café. Un instant après, en effet, le garçon se mettait en devoir, avec la même eau, de nous préparer notre seconde tasse. Comme nous

avions payé la première, nous nous contentâmes de cet essai, et, nous étant levés brusquement, nous partîmes... et nous courons encore. Ce premier essai ne nous ayant que trop mal réussi, nous fûmes à jamais guéris de la petite tasse de kaoua. Avis à ceux qui veulent en user !

Ce trait donne au lecteur une idée de la malpropreté enracinée chez les fils de l'Islam. L'hygiène, pour eux, n'existe pas, et, bien que Mahomet recommande sans cesse les ablutions, ils ne comprennent en aucune façon l'esprit du Koran. Ce qui le prouve abondamment, c'est ce fait, qu'en l'absence de l'eau, tout bon musulman peut et doit faire ses ablutions avec du sable ou de la poussière, histoire simplement de répéter les gestes recommandés par le prophète.

Malgré le soin que le Gouvernement a apporté à rendre Medina plus propre qu'autrefois, on peut dire que la plupart des rues sont infectes, mais tout cela est si pittoresque, qu'à moins d'être rongé par la peur scrupuleuse des microbes, on n'y fait pas attention.

Il est difficile de voir Tunis en quelques jours. Nous dûmes pourtant nous résigner à accomplir ce tour de force. Il est vrai que nous y fûmes singulièrement aidés par un officier des plus aimables,

rencontré pendant la traversée, M. E. Lescot, qui se mit gracieusement à notre disposition : nous ne pouvions avoir meilleur guide. M. Lescot habite Tunis depuis longtemps, et il en connaît tous les recoins intéressants. Aussi, ce fut avec peine que nous dûmes nous séparer de lui pour faire nos visites officielles et partir pour Sfax.

Nous n'eûmes guère le temps de faire des réflexions sur les régions que nous traversâmes en un jour, car, partis le matin de Tunis, nous arrivions à Sfax le soir même, après avoir franchi moitié en chemin de fer, moitié en automobile, la distance respectable de 278 kilomètres. Il soufflait, ce jour-là, un siroco peu intéressant, et il nous fallut supporter pendant 7 ou 8 heures une température minima de 39 degrés.

Deux de nos compagnons, Pierre et Raoul, nous attendaient à l'arrivée. Envoyés quelques jours à l'avance en éclaireurs, ils nous avouèrent, comme nous descendions de voiture, qu'ils voyaient avec plaisir approcher le moment de l'éclipse : cet événement mettrait fin aux fatigues d'un climat très difficile à supporter.

Une heure après, attablés tous les cinq au restaurant, nous étions complètement du même avis. Une chaleur moite et humide nous avait envahis

brusquement ; nous pensions « aux nuits fraîches » du nord de la Régence, et, lorsque nous fûmes chacun dans notre chambre d'hôtel, nous commençâmes à regretter Tunis. Personne ne dormit beaucoup cette nuit-là, et, dès le matin, nous agitions la question d'emplacement pour nos instruments.

Les trois missions, anglaise, française et italienne, avaient déjà presque fini leurs préparatifs ; nous arrivions bons derniers, mais j'étais résolu à passer les nuits qui nous séparaient du jour de l'éclipse pour faire notre installation. Un heureux événement devait nous faciliter la tâche au delà de nos espérances.

M. l'abbé Giudicelli, curé de Sfax, insista pour nous offrir l'hospitalité et mit la vaste terrasse de l'église à notre disposition. L'emplacement était superbe ; nous acceptâmes, et, dès le soir même, nous pouvions commencer nos préparatifs.

La besogne fut menée bon train, et, tout en faisant honneur aux banquets, aux punchs, aux réceptions et aux coupes de champagne, nous étions archi-prêts le matin du 30 août.

Lorsque je songeai, dans la nuit du 29 au 30, à prendre quelque repos, je m'aperçus qu'il était 4 heures du matin ; le ciel avait été splendide toute la nuit, et je m'endormis dans la quiétude d'une éclipse parfaite. A 5 h. 1/2, j'étais sur pied ;

hélas ! tout était changé ! La vue d'un ciel couvert de cirrus légers me jeta dans un *désespoir massif*. C'était une déveine d'autant plus profonde que, depuis plus de quinze jours, le temps était resté d'une pureté parfaite.

Vers 10 heures, cependant, un vent frais, soufflant du N.-E.., sembla balayer le ciel et diminua la nébulosité dans de bonnes proportions. L'espoir revint peu à peu et je commençai à régler mon chronographe. Il faisait une chaleur accablante, et chacun avait simplifié son costume autant que l'usage tunisien et la décence avaient pu nous le permettre. Tout-à-coup un timbre retentit, et on annonça M. le baron d'Anthouard, délégué à la Résidence, qui faisait l'honneur d'une visite à notre mission. Un coup de tonnerre dans un ciel serein n'aurait pas produit plus d'effet. D'un bond nous étions dans nos chambres pour endosser les habits qui nous manquaient. Le baron d'Anthouard dut attendre quelques instants et rit de bon cœur de l'aventure. Avec une amabilité parfaite, il nous gronda de nous présenter « en tenue », habitué qu'il était à ce climat inhospitalier ainsi qu'à ses exigences.

M. d'Anthouard est un des hommes les plus charmants et les plus distingués que je connaisse ; il nous avait déjà reçus fort courtoisement à *La*

Marsa, villa de la Résidence près de Carthage, et, grâce à lui, les ennuis inhérents à tout voyage dans ces régions, avaient été réduits à leur plus simple expression. Partout des ordres nous avaient précédés et nous avions partout reçu le plus cordial accueil. Le baron d'Anthouard, après avoir visité nos installations qui rôtissaient au soleil d'Afrique, mit le comble à son amabilité en nous invitant, pour le lendemain, à un grandissime banquet que le Gouvernement tunisien offrait aux quatre missions établies à Sfax, banquet qui devait resserrer une fois de plus les liens de « l'Entente cordiale ».

La matinée se passa très vite ; le déjeuner fut expédié encore plus promptement, et à midi 20 tout le monde était *sur le pont :* nos batteries étaient braquées, le chronographe enregistreur, œuvre parfaite de mon ami M. Paul Ditisheim, inscrivait régulièrement les secondes. Tout était prêt, chacun à son poste. Le Soleil et la Lune n'avaient qu'à bien se tenir. Jamais rencontre de deux souverains ne fut attendue avec plus d'impatience ni chronométrée avec plus d'exactitude...

A l'heure dite, les deux rois du ciel se donnèrent l'accolade, puis peu à peu la Lune mangea de son disque noir le brillant astre du jour. Plus d'une heure nous séparait de la fin du royal déjeuner lunaire, je veux dire de l'éclipse totale. Cette heure

fut bien employée : on revérifia tous les appareils, les châssis photographiques reçurent leurs provisions, et nous attendîmes.

Le spectacle des terrasses était déjà intéressant, une foule grouillante s'y était précipitée et chacun, armé d'un verre fumé, assistait à l'envahissement du Soleil par le disque de la Lune.

Vers une heure du soir, les montagnes lunaires se profilaient, nettement découpées, sur le disque solaire ; la teinte éblouissante de la ville arabe commençait à prendre des tons moins crus. La mer au loin passait du bleu foncé au bleu ardoise presque noir. Nos casques n'étaient plus nécessaires. A 1 h. 3 /4 une lumière étrange, blafarde, envahissait l'atmosphère et, à la place où, une heure auparavant, un soleil de plomb s'appesantissait sur nous, on respirait à l'aise, quoique un peu nerveusement, dans l'attente du phénomène.

Dix minutes encore. Des cirrus, qui s'étaient jusque-là tenus respectueusement à l'écart, faisaient mine d'avancer vers le soleil. Sans aucun doute ils se dirigeaient sur lui. C'en était fait. Évidemment nous verrions l'éclipse, mais la couche, pour légère qu'elle fût, ne nous permettrait pas de remplir notre programme. J'eus alors un moment de découragement, très vite dissipé d'ailleurs, car

une grande éclaircie se produisit quelques minutes après.

L'œil à la lunette, le doigt sur la détente du chronographe enregisteur, je suivais la diminution rapide du croissant ; un coup d'œil sur le paysage au loin me montra qu'il ne faisait pas encore sombre ; cependant l'horizon blanchissait, les objets prenaient une teinte de plus en plus plombée ; les personnages se découpaient en noir sur les terrasses tandis que l'œil suivait le profil dentelé des habitations et des murailles crénelées. Encore 30 secondes. Le verre noir devient inutile ; le croissant lumineux diminue à vue d'œil. La terrasse à ce moment est sillonnée de bandes sinueuses, s'avançant rapidement à la manière des serpents ; ces ombres, qni ne marchent guère plus vite qu'un homme au pas, impressionnent toujours beaucoup le public. Occupé à suivre attentivement la diminution du disque, afin de chronométrer très exactement le contact, je ne pus voir le phénomène des ombres sinueuses ; il paraît qu'un des spectateurs me tira par la manche pour mieux me le montrer et m'en demander l'explication, mais je n'entendis pas. A ce moment l'arc mince du croissant était interrompu par des solutions de continuité qui lui donnaient l'aspect d'un chapelet lumineux. Ce phénomène que je voyais

pour la première fois, est connu sous le nom de *grains de Baily*. Il n'est pas toujours visible à toutes les éclipses, et j'étais très absorbé dans sa contemplation. Il ne restait plus que 5 secondes à attendre. Tout à coup, j'entends mes compagnons qui crient à tue-tête :« La couronne, la couronne ! » A droite en effet apparaissaient les premiers linéaments de la couronne solaire, auréole visible seulement pendant les éclipses totales.

« Attention ! m'écriai-je, l'éclipse va commencer, encore deux secondes, vite aux appareils..... » *Top*, j'appuie sur le bouton du chronographe. L'éclipse est commencée.

Les spectateurs ne peuvent retenir un mouvement d'enthousiasme ; puis, un grand silence qu'on sent contenu. Je me précipite sur mes pinceaux et j'esquisse fiévreusement le dessin de la couronne. Pensez donc, j'ai à peine 2 minutes 55 secondes pour dessiner une chose aussi compliquée. Mais je ne perds pas de temps ; je me sens beauconp moins agité que la première fois, alors qu'en 1900 j'étais allé étudier l'éclipse d'Espagne. Tout en dessinant, j'admire ce grandiose spectacle....

Autour du disque noir de la Lune un filet rouge écarlate, puis une auréole brillante d'où s'élancent des jets lumineux. La couronne intérieure a l'apparence d'une lumière électrique bleu pâle,

très brillante. Au delà de cette auréole, les jets coronaux prennent une teinte chaude, dorée, presque rouge.

Parmi les 16 jets coronaux que j'ai le temps de compter, et dont je fixe la position sur mon croquis, quelques-uns peuvent être suivis jusqu'à un diamètre et demi du Soleil.

La Lune se détache en noir violent sur ce fond illuminé. Il ne fait pas nuit, et ce n'est ni le crépuscule, ni l'aurore, ni le clair de lune, mais une teinte de ciel d'orage. La voûte céleste paraît plus surbaissée qu'à l'habitude ; l'horizon se fond dans une lumière anémiée et blanchâtre.

Les grandes ombres, si accusées dans les pays du soleil, paraissent d'une teinte peu accentuée par rapport aux objets plus clairs. Tout le paysage semble uniformément éclairé. On dirait une toile peinte à la détrempe avec une couleur composée de gris jaune et d'une pointe de vert.

Je n'éprouve aucune difficulté à lire mon chronomètre et à dessiner, car l'obscurité est beaucoup moins accusée qu'en certaines éclipses. Vénus brille dans le ciel d'un grand éclat et, perdus dans la lumière de l'auréole solaire, se détachent faiblement Régulus et Mercure.

La température de l'air n'a pas baissé sensible-

ment ; on pourrait se croire à l'ombre ; nous y sommes en effet, mais c'est l'ombre de la lune qui a envahi tous les objets terrestres.

Hélas ! les secondes passent trop vite ; j'ai encore une minute environ ; un dernier coup d'œil à mon croquis, et je me précipite à l'équatorial. Les protubérances roses et blanches sont visibles autour du Soleil, mais le bord de gauche est envahi progressivement par le disque lunaire ; la base des protubérances apparaît de plus en plus sur la droite : encore quelques secondes et l'éclipse prendra fin. La couche rosée devient de plus en plus éclatante, le rouge passe à l'orangé ; un point brillant surgit soudain comme un éclair ; l'éclipse est finie !... La couronne s'évanouit peu à peu et, 8 secondes après, tout avait disparu ; de la merveille offerte à nos yeux pendant quelques instants, il ne reste..... que le souvenir. Maintenant, le croissant se détache sur le côté opposé, la nature renaît, il fait jour ; un brouhaha et des clameurs s'élèvent de toutes parts : on applaudit comme à un spectacle inusité. Nous nous regardons, mes collaborateurs et moi, sans dire une parole, et nous lisons sur nos visages des impressions identiques qui traduisent notre commune pensée : « C'était si beau, et déjà fini ! »

Henri s'élance dans mes bras et veut m'em-

brasser ; j'ai peur que l'éclipse ne lui ait fait tourner la tête ; mais non, sa tête m'a l'air à l'alignement et du bon côté. Nous nous félicitons et nous échangeons nos impressions, nous devenons loquaces. Le soleil chauffe déjà la terrasse, mais il faut rester là pour observer le dernier contact au chronographe. J'ai du temps devant moi, je rédige mes dépêches, lettres, articles, mais je tombe de sommeil.

La nuit n'arrive pas assez vite et à six heures, je suis obligé de prendre un à-compte sérieux ; je dors deux heures de suite. Il y a plus de cinq semaines que cela ne m'était arrivé. Nous sommes fourbus mais nous avons vu l'éclipse et, qui mieux est, nous allons l'emporter avec nous pour l'étudier à l'aise, car Henri et Antoine n'ont point perdu leur temps et les appareils photographiques ont merveilleusement manœuvré.

A partir de demain, de ce soir même, nous allons emballer, et après nous verrons tout de bon la Tunisie, sans préoccupations d'aucune sorte, sinon d'être attentifs à déclancher nos détectives et nos jumelles, car j'avais apporté dans nos bagages un stock de mille plaques environ ; et nous allons faire voir au gélatino de quoi il retourne, lorsqu'on tombe entre nos mains.

Depuis que l'éclipse est passée, je n'ai que deux idées en tête ; dormir mon saoul, c'est-à-dire douze heures de suite, et..... Ah ! l'autre idée, vous ne la devineriez pas :..... monter à dos de chameau. C'est toute mon ambition !

L'Éclipse terminée, nous fûmes instantanément transformés en vulgaires touristes, et, si les autorités de l'endroit n'avaient donné en notre honneur de nombreux banquets, si la colonie militaire ne nous eût gratifiés de ses plus belles *fantasias*, si les sentinelles ne nous eussent présenté les armes, rien ne nous aurait rappelé notre ancienne condition d'astronomes.

La nuit du 30 août n'était pas achevée que déjà tout le matériel d'observation était enfoui dans des caisses, prêt à être expédié.

Ce fut alors que je réalisai mon premier *souhait* et que je pus dormir tranquille jusqu'à une heure avancée de l'après-midi du lendemain.

La soirée devait être consacrée à une visite aux jardins. Au fait, vous devez ignorer que Sfax est entouré de six à sept mille jardins. Toute famille qui se respecte a son jardin à elle, et, dès cinq heures du soir, chacun va s'y reposer de la chaleur torride concentrée dans la cité malpropre.

M. Bueb, riche commerçant de la ville, nous avait conviés pour une promenade à sa maison de

campagne. En fait de jardins, nous ne découvrîmes que des emplacements délimités par des haies de hauts cactus impénétrables. A l'intérieur de ces vastes champs, rien, absolument rien, qui rappelât de près ou de loin, à la saison où nous étions, les beaux parcs fleuris où, cinq ans auparavant, j'avais, en pareille circonstance, été fêté en Espagne.

Par contre, une bonne surprise nous attendait chez M. Bueb. A l'ombre d'un maigre palmier, trop desséché pour en avoir une bien fournie (!), se tenait l'animal qui devait me permettre de réaliser mon second *souhait.* Un grand chameau à l'air dédaigneux, au regard rêveur et inconscient, la babine tombante, semblait nous offrir sa bosse comme une place enviée dans nos rêves, longtemps avant notre voyage.

Pour moi, je ne me suis jamais lassé de regarder ces quadrupèdes qui semblent condenser en eux toute la vie d'Orient ; j'aime leur démarche lente et heurtée, la courbe du cou se modifiant sans cesse et suivant les hochements de leur tête, leurs yeux minuscules qu'ils clignent souvent et qui font semblant de ne rien voir. Il y a en eux un air de moquerie qu'on ne trouve chez aucun autre animal de la création. Et, au moment où l'on s'y attend le moins, n'avez-vous pas remarqué qu'ils se mettent à rire, en découvrant leurs grandes

dents jaunes, à l'instar des vieilles dames anglaises ?

Souvent on pourrait croire aussi qu'ils ont le spleen et qu'ils s'ennuient : pas du tout, chez eux, c'est de l'ironie ; ils se moquent de vous, refusent de travailler et n'en font qu'à leur tête. Ni les coups, ni les menaces, ni les caresses, ne sauraient venir à bout de leur opiniâtreté : ces messieurs font ce qui leur plaît et au moment qu'ils ont décidé ; l'entêtement de l'âne et du mulet n'atteint pas la cheville du leur. Par contre, un rien suffit pour les effaroucher : une auto lancée à toute vitesse, et qui ne pense pas à eux, les précipite dans les idées les plus saugrenues. J'ai vu, dans une occasion de ce genre, toute une caravane dispersée au loin en moins de temps qu'il n'en faut pour l'imaginer. Les chameaux qui la composaient étaient chargés des choses les plus disparates : l'un traînait un mobilier de quoi meubler un hôtel garni ! l'autre portait une meule de foin, le troisième une famille arabe..., etc...

Mais, de toutes ces charges qui auraient étouffé un animal civilisé, le chameau se souciait comme de sa première... selle. En un clin d'œil les meubles, le foin et la famille arabe furent semés dans la poussière, les autres objets furent éparpillés de même, dans un rayon de trois kilomètres, et je pensai qu'il

faut tout le *quiétisme* que donne la religion musulmane, pour que ces bons arabes pussent rassembler de nouveau leur butin, jusqu'à une prochaine occasion. Chose admirable, dans une panique de ce genre, les chameaux n'imitent pas les moutons qui suivent la même route ; chacun travaille pour son propre compte et prend la direction qui lui vient à l'esprit. Ils feignent aussi d'être maladroits, mais à l'occasion cela leur sert d'excuse pour vous marcher sur les pieds. Veut-on leur imposer une charge ? ils s'agenouillent volontiers, car le repos leur est toujours désirable, et ils le font à la façon des automates avec des mouvements anguleux et saccadés. Mais si la charge leur paraît lourde, ils ne se relèvent pas : la mécanique est détraquée.

N'est-ce pas que voilà bien un animal extraordinaire ! Le nôtre paraissait très occupé à manger des feuilles de cactus grandes comme la main, de ces feuilles hérissées d'épines de cinq centimètres de longueur et dont la blessure est si dangereuse pour nos épidermes d'Européens.

C'était plaisir de le voir, d'un coup de sa large langue, abattre ces épines et avaler le tout comme un petit pâté.

« C'est un fait connu, dit Mark Twain, déjà cité, que les mulets, les bourriquets et les chameaux

ont des appétits que n'importe quoi soulage temporairement, mais que rien n'assouvit... On sait que le buisson de sauge est un très bon combustible mais en fait de légume, c'est un insuccès signalé. Aucun être ne peut en souffrir le goût, excepté le lapin-bourriquot et son fils le mulet. Mais leur témoignage concernant leur faculté nutritive est sans valeur, parce qu'ils mangent des pommes de pin, de l'anthracite, du fil de laiton, des tuyaux de plomb, des vieilles bouteilles, et tout ce qui leur tombe sous la dent, et s'en vont avec un air aussi reconnaissant que s'ils avaient eu des huîtres à dîner...

« Une fois, en Syrie, près des sources du Jourdain, un chameau entreprit mon pardessus pendant qu'on plantait les tentes et l'examina d'un œil critique d'un bout à l'autre, comme s'il avait eu l'idée de s'en commander un pareil ; ensuite, après avoir médité dessus, en le regardant comme un article d'habillement, il se mit à le considérer comme un article d'alimentation. Il posa le pied dessus, arracha une des manches avec ses dents et la mâcha et remâcha en l'ingurgitant graduellement, ouvrant et fermant tout le temps les yeux en une sorte d'extase religieuse, comme s'il n'avait jamais rien goûté dans sa vie d'aussi bon qu'un pardessus. Puis il fit claquer ses lèvres une fois ou deux... et alla chercher l'autre manche. Ensuite

il tâta du col de velours et sourit d'un tel sourire de contentement qu'il était facile de voir qu'il regardait ce morceau comme le plus délicat d'un pardessus. Les pans vinrent après, de compagnie avec des capsules à percussion, du sucre candi et de la pâte de figues de Constantinople. Ensuite ma correspondance de journaliste tomba à terre, il en essaya : c'était des lettres manuscrites pour les journaux de mon pays. Mais là il foulait un terrain dangereux. Il commença par rencontrer dans ces documents des passages d'un sérieux solide qui lui pesa sur l'estomac ; et de temps à autre il mordait dans une plaisanterie qui le secouait à lui déconsolider la mâchoire ; sa position commençait à devenir critique, mais il tint bon avec grand courage et ferme espoir jusqu'à l'instant où il finit par trébucher sur des affirmations qu'un chameau lui-même ne pouvait pas avaler impunément. Il se mit à étrangler et à étouffer, les yeux lui sortirent de la tête, ses jambes de devant s'écartèrent ; en un quart de minute environ, il tomba aussi roide que l'établi d'un charpentier et expira dans une agonie indescriptible. J'allai lui retirer le manuscrit de la bouche et je vis que cette bête délicate était morte étouffée par une des narrations les plus modérées et les plus anodines que j'aie jamais soumises à un public confiant. »

Telle est la description de l'animal le plus utile du désert, celui qui compose les longues théories de caravanes cheminant à travers la mer de sable. A notre tour, nous nous étions imaginés de composer « la caravane de la Mission » d'au moins cinq chameaux sur lesquels chacun de nous prendrait place. L'idée, pour banale qu'elle vous paraisse, nous avait souri par son côté plaisant. Faute d'un aussi grand nombre de spécimens, nous allions nous installer successivement sur la bosse de l'unique animal offert par le hasard à notre fantaisie.

Je dois dire d'ailleurs, en toute franchise, que le propriétaire du chameau goûtait fort peu cette façon d'envisager les choses. Sorti depuis deux heures seulement de la prison de Sfax, où nous l'avions aperçu la veille, expiant ses péchés de paresse, il n'avait qu'une envie, fuir en hâte le jardin de M. Bueb, témoin d'une quiétude qui lui avait déjà coûté cher.

Vous saurez en effet que là-bas, lorsqu'un patron a loué un ouvrier pour un temps convenu, si ce dernier « tire au flanc », selon l'expression consacrée, la menace de quelques coups de nerf de bœuf est un excitant sérieux au travail ; cette précaution est-elle jugée insuffisante, on mène notre homme en prison, et là le Gouvernement ne se

charge même pas de la nourriture du prisonnier : celui-ci doit travailler pour gagner sa subsistance si sa famille ne vient pas à son aide. C'est à la prison municipale que finissent toutes les grèves et qu'aboutissent les grévistes. Voilà, soit dit en passant, un enseignement que nos colonies donnent à la mère-patrie chargée de leur civilisation ! Grâce à de sévères principes, les journaliers paresseux sont vite rappelés à la notion intégrale du devoir ; en général, ils reviennent convertis pour un temps assez long.

Le propriétaire du chameau avait-il encore « un poil dans la main » ? peut-être... C'est du moins ce que nous comprîmes à la hâte qu'il avait de s'enfuir. On lui fit cependant entendre, non sans peine, qu'il en serait quitte pour un quart d'heure supplémentaire de séjour et une bonne pièce de monnaie.

Le chameau fut donc détaché, amené dans une belle et large allée, et le sort désigna Henri pour donner l'exemple aux autres. On fit mettre l'animal à genoux, ainsi qu'on a coutume de procéder lorsqu'on veut lui imposer un fardeau. Notre compagnon enjamba la selle, et l'animal se dressa en deux fois.

Cette selle, valait à elle seule un poème. C'était un sac plié en quatre, dont les trous rivalisaient

de surface avec l'étoffe, et le tout avait été jeté négligemment sur le « dos » de l'animal. De sangles et de sous-ventrière, l'Arabe le plus souvent n'en a cure; seuls, deux morceaux de chevrons, assemblés en forme d'accent circonflexe, et posés tels quels sur le sac, l'empêchaient de tomber et complétaient ce riche harnachement.

Après les saluts d'usage que fait tout homme civilisé, engagé à califourchon sur un *méhari* lorsque ce dernier se relève, Henri nous apparut glorieux et ravissant, quoique un peu dépaysé sur sa monture anormale. Il goûtait à peine « cette façon d'aller » que déjà nos détectives l'avaient fixé sur nos plaques à triple exemplaire. Lui, au moins, était sûr de passer à la postérité!

Mon tour était venu. Antoine avait cueilli Henri dans ses bras; le chameau, sur un signe de son maître, s'était de nouveau baissé et je pris la place laissée vide par mon compagnon. Dans l'intervalle, la selle avait tourné; je n'y pris garde et j'eus tort. Dès le premier salut, j'avais déjà décrit sur le côté un arc de 45 degrés, sans pouvoir me retenir; lorsque le chameau fut relevé en entier, j'achevai le quart de la circonférence et n'eus d'autre ressource que de me précipiter tête baissée sur le sol où je m'abattis piteusement.

Les témoins de cette scène comique, le premier

effroi passé, rirent à gorge déployée, cependant que je courais à quatre pattes me relever à quinze pas de l'endroit qui m'avait vu choir.

Le propriétaire de l'animal parut fort amusé de l'aventure et, avant que mes compagnons eussent pris l'envie de m'imiter, l'Arabe et son chameau étaient partis pour le désert... Oncques personne les revit.

Je fus à jamais guéri de ma ridicule envie et pensai en mon for intérieur que mon vieux professeur de morale au Grand Séminaire — Dieu ait maintenant son âme — avait grandement raison lorsqu'il commençait certaines phrases par ces mots : « L'expérience, cette rude maîtresse... »

Les journées qui suivirent furent employées à visiter Sfax et les environs. Il fallait songer à repartir, mais auparavant une excursion à *Gafsa* et au désert s'imposait, d'autant mieux que la Compagnie des Phosphates avait mis à la disposition des astronomes français un train de luxe qui devait nous conduire jusqu'à l'exploitation de *Metlaoui*.

Je n'étais pas fâché, entre parenthèses, de voir de mes propres yeux ce qu'était le Désert. Je l'ai vu et n'en suis ni plus avancé, ni plus fier, ni plus ravi. A vrai dire, cette vaste étendue de terre

inhabitée n'offre pas un spectacle plus monotone, si ce n'était l'absence presque complète de végétation, que les alentours de notre bonne ville de Bourges. Tantôt ce sont des plaines clairsemées de maigres touffes d'alfa, s'étendant à perte de vue comme celles du Berry et de la Beauce ; tantôt ce sont des séries de collines rocheuses, complètement dénudées, dont les lointains se perdent dans une demi-teinte violacée ne manquant pas de pittoresque ; çà et là de vastes crevasses courant dans tous les sens sur de longues étendues et que les eaux ont creusées pendant la saison des pluies.

La nuit, alors que le train nous emportait à toute vitesse, de la plateforme du wagon-salon où nous étions installés nous ne nous lassions pas de contempler ce tableau grandiose d'un ciel constellé d'étoiles brillantes, insoupçonnées dans nos latitudes. Les astronomes s'en donnaient à cœur-joie; ceux qui étaient blasés sur ce spectacle des nuits « tropicales » ronflaient à poings fermés sur leurs couchettes.

Enfin, vers quatre heures du matin, au petit jour, on signala *Metlaoui*. L'ingénieur, M. Tronchère, qui nous avait accompagnés durant le voyage, nous présenta à M. Bursault, directeur de l'exploitation, qui nous attendait à la gare. La connaissance fut

vite faite et nous nous trouvâmes bientôt des amis communs.

C'était un dimanche matin ; M. le Curé fut réveillé en sursaut et, dans la modeste chapelle édifiée si loin de la terre de France, j'éprouvai une douce émotion à célébrer la messe à laquelle furent conviés les membres des deux missions.

A 7 heures, après un déjeuner auquel tous firent honneur, il nous restait une grande journée pour visiter les mines.

« S'il est un pays, dit M. Pervinquière, qui doive beaucoup à la géologie, c'est sans conteste la Tunisie. Assurément, la fortune d'un pays dépend toujours de la constitution géologique de son sol. »

Parmi les richesses naturelles de ce sol, il faut placer, en premier lieu, les dépôts de chaux si recherchés aujourd'hui par l'agriculture. C'est sûrement à ces dépôts que la Tunisie doit son antique renom de fertilité et c'est ce qui lui a permis, à une époque où le déboisement n'était pas effectué, d'être appelée le *grenier de Rome*.

A Metlaoui, la valeur des gisements atteint des proportions colossales. Les couches de phosphates se sont déposées à différentes époques géologiques d'une façon assez régulière. La grande masse

calcaire qui surmonte ces couches est épaisse d'une trentaine de mètres ; elle a été découpée par l'oued Metlaoui, si bien qu'il est facile de voir les points d'affleurement. Ce sont ces points qu'on a attaqués à différents endroits par des galeries débouchant en plein air et dont les directions sont en grande partie horizontales.

A l'heure actuelle, l'exploitation est en pleine prospérité et l'on estime que bientôt la Compagnie des Phosphates de Gafsa sera en mesure de livrer un million de tonnes par année. Ce sera assurément la plus grande phosphatière du monde, puisqu'à elle seule elle fournira un cinquième des phosphates employés dans tout l'univers.

Les phosphates américains, auxquels la Compagnie de Gafsa fait déjà une rude concurrence, auront bien de la peine à rivaliser avec la production tunisienne, au moins en Europe.

Je passe sous silence la partie mécanique de l'exploitation qui a été montée tout à fait à la moderne. La journée avait paru trop courte pour visiter cette ruche industrielle, créée de toutes pièces malgré les plus grandes difficultés matérielles rencontrées en plein désert.

Le soir nous reprenions le train pour Gafsa.

Gafsa, c'est l'oasis au milieu du désert brûlant, c'est la verdure au milieu des sables, c'est l'eau en

abondance dans un pays dont on a peine à s'imaginer l'aridité.

On nous avait dit beaucoup de mal de Gafsa, et les plus optimistes, sans vouloir imposer leur jugement, nous avaient conseillé de ne pas nous déranger pour si peu.

Vraiment, que les gens de goût sont peu nombreux ! C'est une misère d'y penser. Non pas que j'aie la prétention de me ranger dans une catégorie plutôt que dans une autre. Mais il faut avouer que la majorité des hommes, même instruits, n'ont aucune idée du beau. Ils sont excusables ; ils réfléchissent rarement par eux-mêmes et, au collège, leurs professeurs, s'ils développent parfois le goût littéraire chez leurs élèves, ne s'attardent pas aux misérables broutilles de l'art sous toutes ses formes. Je sais bien que l'histoire de l'Art est au programme, mais les élèves en sont réduits à lire leur manuel ; car j'ai connu des professeurs d'histoire incapables de distinguer un Vélasquez d'un Rubens ou d'un Téniers, ni le gothique du flamboyant ou de la Renaissance. A chacun son métier, direz-vous ! Oui, mais il y a un bagage minimum que l'homme instruit doit posséder, sous peine de rester toute sa vie un être absolument incomplet.

Tout ceci pour vous dire que la petite ville de Gafsa

perdue dans un bouquet de verdure, est tout simplement ravissante et que pas un d'entre nous ne regretta le voyage.

Le jeu des saisons n'existe guère en cet endroit et les arbres portent en même temps leurs fleurs et leurs fruits. Les essences de toutes sortes se disputent à l'envi le territoire de l'oasis, et le tout est entremêlé de sentiers ombreux, de ruines romaines, de piscines aux eaux transparentes, de minarets gracieux, dont les étages multicolores s'élancent au-dessus des élégants panaches des palmiers.

Il nous eût fallu plusieurs jours pour tout admirer, mais les heures nous étaient comptées et c'est à grand'peine que nous arrivâmes en *retard* pour reprendre notre train qui haletait d'impatience à nous attendre.

Une heure d'arrêt à Sfax ; quelques instants à *El-Djem* pour visiter les ruines de l'Amphithéâtre romain ; une journée à *Sousse* où nous recevons le meilleur accueil de M. le contrôleur Armand et du commandant Dehay, et nous voilà partis pour Kairouan.

Dans notre wagon il fait une chaleur étouffante, les stores sont baissés et, malgré le courant d'air s'engouffrant à l'avant du couloir, nous respirons

du feu. Au dehors, c'est toujours le steppe avec un soleil de plomb dans un ciel sans nuages. Au loin, et pendant des heures, la même ligne d'horizon à peine découpée de faibles sinuosités ; mais tout à coup une masse irrégulière, d'une blancheur éclatante, s'accuse à l'ouest. Bientôt on distingue les murs crénelés, la succession des terrasses, le minaret à trois étages de Sidi-Okba, les coupoles côtelées d'Amor-Abbada. C'est *Kairouan* la ville sainte, étendue comme un blanc manteau sur le fond plus sombre du désert, ou comme un tapis immaculé invitant l'Arabe à la prière du Prophète !

Kairouan ne ressemble pas tout à fait aux villes de la Tunisie ; c'est la cité aristocratique et hiératique aux rues larges et désertes, aux habitations riches et spacieuses. On y respire plus à l'aise, à l'abri du mouvement mercantile qu'on rencontre même à Sousse dans la cité haute.

C'est aussi la ville sainte par le nombre de ses mosquées — on en comptait autrefois plus de quatre-vingts — lorsque les roumis prirent la ville en 1881, on s'empressa de la déclarer souillée et on ne tint plus compte de la défense , si formelle dans les autres régions, de laisser visiter les temples par les chrétiens.

M. Fleury, le contrôleur, que nous ne saurions trop remercier ici de son aimable accueil, nous

facilita toutes les entrées et, grâce à lui, nous pûmes fouiller tous les coins de cette intéressante cité. Nous étions surtout impatients de visiter une mosquée.

La première qui s'offrit à notre vue, au détour d'une ruelle, fut la mosquée des Trois-Portes, construite, à la fin du xe siècle, par un personnage venu d'Andalousie. Ce musulman, fort célèbre à l'époque dans la ville, portait un nom que je n'aurais pu retenir si je n'avais eu soin de le transcrire au moment où notre guide nous le dicta. Il s'appelait : Abou-Djafeur-ben-Khiroun-el-Maâouri-el-Andelsi. Et l'on se moque des chimistes qui emploient des mots longs d'une aune pour désigner leurs produits ! Ce doit être tout bonnement un petit jeu renouvelé des Arabes.

Un nom aussi illustre, à en juger par sa longueur, ne garantit cependant pas son possesseur qui fut bel et bien mis à mort pour des jalousies de religion : « Tant de fiel entre-t-il dans l'âme des dévots ! »

Toujours est-il que sa mosquée — la façade au moins, car l'intérieur n'offre rien de remarquable — est du meilleur goût. On se croirait en présence d'une église du moyen-âge, rappelant surtout le roman auvergnat avec le clocher à créneaux. L'illusion disparaît toutefois dès que l'on approche de cette décoration arabe. Les trois portes assez sem-

blables sont surmontées d'une corniche à modillons en forte saillie, avec de longues inscriptions et des ornements à plats, le tout disposé sur quatre rangées horizontales.

De là, nous nous dirigeâmes vers le puits Barroûta qui fournit l'eau potable à toute la ville. Chemin faisant, notre cicérone nous en conta l'histoire. L'ai-je bien retenue ? Ceci est autre chose. Après tout, légende pour légende, celle que je vais conter vaut, sans doute, celle que la tradition a transmise à notre guide. Notre homme était d'ailleurs un fin lettré arabe, quelque chose comme un chartiste de l'endroit avec ses diplômes ; il en avait d'ailleurs la tournure et la morgue, le tout joint à une mémoire colossale ; au demeurant le meilleur fils du monde.

Kairouan aurait été construite à la fin du VIIe siècle par un général du nom d'Okba-ben-Nafa, envoyé par Ben-Abi-Sofian à la conquête de terres inconnues. Sa caravane (*kairouan*, en arabe) s'arrêta devant la vaste plaine entrecoupée de marais où devait plus tard s'élever la ville sainte. L'armée comptait 70 000 hommes et l'eau vint bientôt à manquer. Un des cavaliers possédait un chien nommé Roûta qui, par instinct, et sans la moindre baguette de coudrier, s'arrêta sur un tertre qu'il gratta de ses pattes. Une véritable source d'eau

limpide et abondante en surgit aussitôt ; un puits fut creusé en cet endroit et on y installa un manège tourné par un chameau.

Cette dernière partie de la légende est certainement vraie, car, en Tunisie, tous les manèges sont tournés par ces quadrupèdes, l'emploi des moteurs à gaz pauvre, ces produits d'une civilisation avancée, étant parfaitement inconnu.

Le puits (*bir* en arabe) prit le nom de Birroûta qu'on transforma plus tard en Barroûta ; et voilà « pourquoi votre fille est muette ! »....

Aujourd'hui, on peut voir le même manège tourné par le chameau qui accepte sans sourciller cet honneur insigne.

Evidemment l'animal a changé depuis, mais le moins possible, car la mort seule peut lui donner un remplaçant.

Nous étions arrivés. — Une porte donnait accès sur un escalier sombre, étroit : nous le gravîmes à tâtons.

Après tout, le chameau y était bien monté ! Une succession de paliers, de nombreux détours ; nous y voilà enfin ! Au deuxième étage se trouve installée une *noria* assez primitive, mue par un manège que tourne le chameau. Le pauvre animal est condamné aux travaux forcés à perpétuité : une fois grimpé là-haut, il n'en descend plus. Souvent

les femmes arabes par devoir religieux, lui apportent sa nourriture. Lorsque sa mort est un fait accompli, il paraît que le premier chameau « qui d'aventure passe en ces lieux », guidé par un instinct surnaturel, vient de lui-même occuper le poste vacant, et se constituer ainsi prisonnier. Ne trouvez-vous pas que la maladie du fonctionnarisme est de tous les temps ?

L'eau de Barroûta se précipitant bleue et limpide en une large cascade était une grosse tentation pour des gens toujours assoiffés. Nous en bûmes à pleines gorgées; non sans nous être toutefois lavé les mains dans le torrent. C'était notre revanche, inoffensive d'ailleurs, de la tasse de *kaoua* hygiénique, absorbée à Tunis.

Raoul se garda bien de nous imiter : l'eau n'était pas bouillie ; et cependant tout le monde fut d'accord pour la trouver délicieuse.

Du puits Barroûta, nous allâmes visiter la mosquée d'Amor-Abbada ou mosquée des Sabres. Nous prîmes un détour par l'une des portes de l'enceinte, pour mieux jouir du spectacle du soleil couchant. Du haut des monticules qui servent de dépotoir à la ville de Kairouan depuis des siècles, s'offre à nos regards l'un des paysages les plus étranges que nos yeux d'Européen aient jamais rencontrés.

Sur notre droite s'étend la ville sainte, la reine de l'Afrique, entourée de sa ceinture de remparts à créneaux arrondis, aux couleurs chaudes et dorées par le sable du désert. Les grandes ombres s'allongent sur les terrasses ; sous ce ciel azuré, elles prennent des teintes bleues contrastant avec la couleur blanche des habitations.

Sur notre gauche, le Sahel s'étend à perte de vue dans l'incendie allumé par le coucher du soleil ; plus près, ce sont les cimetières dont on ne distingue à cette heure que les pierres blanches ressemblant aux nombreuses étiquettes d'un jardin botanique ; plus près encore, c'est l'abreuvoir où se pressent pêle-mêle les mulets, les bœufs, les moutons, les chèvres, les chameaux,... ces derniers venus naturellement en retard sur leurs compagnons. Mais ceci ne les inquiète guère ; ils allongent leur cou onduleux et souple au-dessus de ce menu bétail et boivent à grandes gorgées, en fermant les yeux, une eau saumâtre réchauffée par un soleil brûlant. Devant nous la mosquée des Sabres, avec ses cinq dômes rappelant par leur couleur l'acier bleui, me transporte dans une région inconnue où l'on ne vit que par l'intelligence, où tout est consacré à la science et à la plus sublime d'entre elles, à l'Astronomie. On dirait, en effet, un Observatoire géant dont les coupoles vont s'ouvrir pour laisser les

télescopes scruter les mystères de l'espace insondable, pour enregistrer ces myriades de mondes étincelant d'un éclat inaccoutumé sous le ciel pur d'Afrique.

Eh bien non ! mille fois non ! Si Amor-Abbada n'en pensait pas si long : en marabout intelligent sans être instruit, il se dit que le meilleur moyen de passer à la postérité était encore d'écrire des œuvres incompréhensibles. Le public, d'ailleurs, n'a pas changé depuis cette époque ; c'est toujours le même engouement des philosophes obscurs, pour les formules compliquées, pour le « flou » en un mot, qui cache souvent la pauvreté du raisonnement.

Si Amor-Abbada écrivit donc, sur des panneaux aux dimensions colossales, des sentences n'ayant « ni queue ni tête » ; il en mit aussi sur des sabres gigantesques construits de ses propres mains, car il était forgeron de son métier ; il en mit partout et encore ailleurs ; il fabriqua dans le même but des objets hétéroclites, comme une monstrueuse pipe en bois, de près de deux mètres de longueur, puis étant affligé d'une certaine richesse, il conçut l'idée d'enfermer toutes ces élucubrations à l'intérieur d'une grande mosquée... Dans une cour voisine, sont des ancres énormes dont chacune pèse plus de cinq tonnes et dont il est impossible de

préciser l'origine ; c'est encore Si Amor Abbada qui les a fait mettre là pour se gausser du public !

Le lendemain, nous continuâmes notre visite par la mosquée du Barbier, située au nord-ouest de la ville, à un peu plus d'un kilomètre. Le marabout qui la fit construire était un des dix compagnons du Prophète et valait à lui seul *cent cavaliers*. Blessé mortellement dans une expédition à Sbeïtla, on le fit transporter à Kairouan où il mourut. Sur sa tombe on éleva une coupole qu'on entoura d'une enceinte.

On raconte qu'au dernier pèlerinage que fit Mahomet, le Prophète s'adressa à l'un de ses compagnons et lui dit : « Nous ne te reverrons plus, Béloui, Dieu ne va pas tarder à me rappeler à lui ; quant à toi, tu mourras en Ifrikia. Tiens, voici trois poils de ma barbe ; conserve-les précieusement et, au jour du jugement dernier, ils serviront à te faire reconnaître pour mon fidèle compagnon. »

De là sont nées la légende, suivant laquelle Béloui aurait été le barbier du Prophète, et l'appellation vulgairement usitée pour désigner cette mosquée dite du Barbier.

Quoi qu'il en soit, c'est le cas de le dire ici, le nom ne fait rien à la chose, et la mosquée du Barbier est un joyau de l'art tunisien.

Elle renferme une *zaouïa*, c'est-à-dire qu'elle est tout à la fois mosquée, hospice, monastère, école et lieu de pèlerinage.

Partout, ce sont des plafonds peints ; des faïences aux couleurs nettes encore sous l'émail vernissé qui les recouvre ; des panneaux en plâtre ou en stuc ajourés, dont les artistes arabes ont su faire un si merveilleux emploi dans la décoration de leurs monuments ; des arcades aux voussoirs alternativement noirs et blancs, formant des portiques soutenus par des colonnettes élégantes en marbre poli d'une blancheur immaculée.

Dans la salle du Tombeau, le fidèle compagnon de Mahomet repose sous une châsse recouverte d'un drap de velours portant, brodés en argent, des versets du Coran. De moelleux tapis d'Orient qui assourdissent les pas couvrent le sol. Au moment où nous pénétrons, un jeune Arabe, un étudiant de la zaouïa, y fait sa prière, les mains rapprochées, mais ouvertes à la façon d'un livre ; il marmotte les versets du Coran, toute la kyrielle de ceux qu'on lui a appris par cœur, avec force salutations. Son air pieux et recueilli arrête sur nos lèvres un sourire. Après tout, c'est Dieu qu'il implore dans sa religion ! Et cet homme de bonne foi ne vaut-il pas mieux que celui qui passe en ce monde, comme le ferait un aveugle, sans rien voir

de ses merveilles et sans jamais soupçonner qu'elles puissent avoir un Auteur ?

De la mosquée du Barbier, notre guide nous conduisit au Bassin des Aghlabites, vaste réservoir d'eau, sorte de vasque circulaire de 130 mètres de diamètre et alimenté par le trop-plein de la conduite des eaux du djebel Cherichera. Notre voiture faillit rester en route et verser son contenu, tellement était épaisse la couche de poussière enlisant les roues. Et pour voir quoi, grand Dieu ? un bassin assez grand, il est vrai, mais nous en avons autant à montrer.

Voilà ce que chacun de nous pensait lorsque nous découvrîmes... j'allais dire : le *clou* du bassin.

Aimez-vous la pêche aux grenouilles ? Eh bien ! croyez-moi, allez à Kairouan, vous ne regretterez pas cette modeste promenade. Jamais, de mémoire de musulman, un Arabe n'a pêché ni, à plus forte raison, *mangé la grenouille*,... je veux dire : des grenouilles. Je crois que le Koran le défend. Aussi ces amphibies s'en sont-ils donné à cœur-joie. La gent aquatique en a profité pour pulluler au point que les rives du Bassin des Aghlabites en sont littéralement couvertes.

Tout d'abord, nous ne les aperçûmes pas : leur couleur se confondait avec les nénuphars et autres plantes d'eau, végétant à la surface ; mais bientôt

nous vîmes des myriades d'yeux ronds nous dévisageant. Antoine, auquel nous devons cette découverte, fit un saut en arrière. « Voyez donc ! », nous cria-t-il. Nos exclamations de surprise bruyante ne paraissaient guère inquiéter ces énormes bêtes, car, en plus de leur multitude, j'ai omis de vous dire que ces animaux atteignent des proportions fabuleuses : trente centimètres de longueur au moins, si bien qu'une pêche en règle suffirait à nourrir toute la population kairouannaise un jour de vendredi.

Faute d'engins perfectionnés, nous remîmes la pêche à plus tard et, tout en réintégrant nos places dans le véhicule genre xve siècle qui servait à charroyer nos personnes, chacun y alla de sa théorie sur la pêche à la grenouille : « Moi, j'ai vu un pêcheur... », etc. La discussion menaçait de tourner à l'aigre, tellement devenaient invraisemblables les procédés décrits, lorsque, au détour d'une ruelle, nous apparut la Grande Mosquée avec son imposant minaret. Cette vue coupa court à l'entretien et nos âmes de photographes se réveillèrent.

La mosquée de Sidi-Okba est une véritable merveille ; elle est tellement vaste que nous dûmes revenir le lendemain achever notre visite. Elle est précédée d'une très grande cour entourée sur ses

quatre côtés d'un double cloître d'arcades mauresques retombant sur des colonnes antiques isolées et assemblées deux par deux.

Le milieu est dallé de pierres tumulaires romaines dont les inscriptions s'effacent chaque jour.

Nous désirions avant tout prendre connaissance de l'ensemble et monter au minaret. De là-haut, le regard embrasse la vaste plaine au milieu de laquelle fut bâtie la ville.

« Kairouan, dit à ce propos un touriste dans son récit de voyage, à demi-ensevelie sous son linceul de chaux vive, ceinte de ses murs comme d'une écharpe de dentelles, étend devant nous ses immensités blanches qui semblent des vagues solidifiées. Par-dessus les toits plats des maisons disposées en assises irrégulières, on voit se dresser tout un monde de minarets carrés et de *koubbas* côtelées, appuyés sur des embasements massifs et portant haut dans l'azur la hampe de cuivre étincelante chargée des trois boules et du croissant. L'aspect est plus marmoréen qu'à Tunis, plus austère qu'à Alger.

« C'est la cité sainte par excellence, vierge encore de toute profanation, dominant les solitudes désolées et brûlantes ; poème de pierre élevé par les grands Khalifes à la gloire du Tout-Puissant vainqueur des idolâtres ; ville morte aux bruits ex-

térieurs qui se recueille, dans la paix de ses remparts, pour pousser chaque jour sous le ciel bleu d'Afrique, du sein de ses mosquées, de ses *zaouïas*, de ses *dar* habitées par les chefs pieux, aussi croyants que les premiers fidèles, l'éternel appel du monde islamique vers le Dieu unique et Créateur : « La illaha, illa Allah, Mohammed rassoul Allah : — il n'y a d'autre divinité que Dieu, et Mahomet est l'envoyé de Dieu. »

L'intérieur de la mosquée peut rivaliser avec l'extérieur. En entrant, on n'aperçoit que les premiers plans et l'on trouve que l'éclairage fait un peu défaut ; mais bientôt l'œil s'habitue, on ressent une impression de calme et de fraîcheur qui contraste avec le dehors ; le regard est agréablement satisfait par ces perspectives de colonnes sans fin. La plupart d'entre elles sont monolithes en marbre blanc ou veiné de rose, en porphyre ou en onyx, surmontées de chapiteaux, presque tous byzantins et dont quelques-uns sont de véritables merveilles d'art.

Ces cent quatre-vingts piliers formant dix-sept nefs, ont un grandiose aspect. Çà et là de grands lustres d'une construction très simple, supportent des pyramides de verre de couleur. Aux jours de fête, l'effet de toutes ces lumières mélangées aux feux de bengale doit être féerique.

La coupole centrale est couverte de ciselures et l'endroit vers lequel tout musulman doit se tourner pour faire sa prière, le *mihrab*, terminé par une demi-sphère en marbre blanc sculpté et enluminé de couleurs vives, est une merveille digne de l'Alhambra. A côté se trouve la chaire ou *minbar*, faite de panneaux de bois délicieusement ajourés et dont nous avons rapporté de superbes photographies.

Cette excursion clôturait dignement notre voyage et Kairouan restera dans notre pensée comme le souvenir le plus intéressant, après l'éclipse naturellement, de notre visite à la Tunisie.

A partir de ce moment, nous fîmes les bouchées doubles. Je m'excuse de ne pouvoir parler ni de Sousse et de ses catacombes, découvertes récemment, ni du palais du Bardo que nous visitâmes en revenant à Tunis, ni des fouilles entreprises à *Carthage* par le P. Delattre, de la Congrégation des Pères Blancs. Un archéologue serait plus autorisé que moi à vous dire les surprises et les merveilles de l'art romain et phénicien.

Quelques jours après, la Mission se disloquait, et trois de ses membres reprenaient la route de France, emportant précieusement, avec le souvenir de visions délicieuses, les plaques sur lesquelles nous avions enregistré le beau phénomène céleste qui avait servi de prétexte à ce merveilleux voyage.

Les Énigmes du Temps

I

Pourquoi le jour a-t-il 24 heures ?

« Pourquoi comptons-nous les heures du jour de 0 à 24 et pourquoi nos montres et nos horloges sont-elles numérotées de 0 à 12 ? »

Il me faut donc revenir sur ce sujet presque inépuisable de l'Heure. Si, en effet, nous voulions le traiter à fond, plus d'un lecteur serait surpris des questions qu'il soulève ; non seulement le problème de l'heure est un des plus difficiles à résoudre pratiquement, mais c'est encore au point de vue historique l'un de ceux qui présentent le plus d'obscurité.

Les peuples primitifs n'avaient du jour que des divisions extrêmement vagues : du matin au matin suivant, il n'y avait simplement que le jour et la

nuit ; le jour proprement dit se divisait lui-même en matin et soir, la nuit commençait après le coucher du soleil.

Hésiode et Homère emploient souvent ces dénominations. Moïse lui-même, dans la Genèse, quelque interprétation qu'on donne au mot Jour, ne manque pas de nous faire remarquer : « Et il y eut un soir et un matin ».

Cependant le procédé, par trop primitif, n'indiquait pas assez les divisions du temps et chaque peuple sentit le besoin d'opérer un partage plus précis.

Les anciens Perses, d'après le *Zend-Avesta*, distinguèrent longtemps cinq périodes :

L'Aurore, du milieu de la nuit au lever du soleil ;

Le temps du sacrifice, comprenant la matinée ;

La pleine lumière, vers midi jusqu'au déclin du soleil ;

Le lever des astres, crépuscule ;

La récitation des prières du soir, jusque vers le milieu de la nuit.

Mais bientôt les cinq parties du jour ne suffisent plus.

Chez les Romains, au temps de Varron, on ne comptait que sept parties du jour. Le matin et le soir y tiennent toujours une place prépondérante.

Ces heures étaient indiquées par des sabliers ou mieux par des clepsydres (horloges à eau).

Dans ce dernier instrument, l'eau tombait goutte à goutte dans un long vase, et un flotteur muni d'un index montrait l'heure. C'était un appareil de luxe que tous ne pouvaient posséder. Les patriciens envoyaient quérir l'heure par des esclaves et l'on commençait déjà à cette époque à comprendre le prix du temps.

C'est ainsi qu'on éprouvait le besoin de réglementer le bagout prolixe des orateurs publics. Mais, comme dans nos Chambres actuelles, personne n'en tenait compte ; de là l'expression qui ne manque pas de saveur : Vous empiétez sur mon eau.

Les luttes entre les partis, les petites jalousies de métier étaient connues dès ces temps reculés ; chaque orateur, comme chez nous, avait son clan, et bien des fois le centre gauche fut accusé envers la droite d'user d'artifices pour allonger les harangues. Les parlementaires d'alors ne se gênaient guère, paraît-il, d'introduire dans les clepsydres de petites masses de cire qui en obstruaient l'ouverture et altéraient ainsi la notion du temps.

Si nous remontons plus avant, nous voyons apparaître la Journée de 24 heures chez les Grecs ;

l'ensemble du jour et de la nuit était appelé nyctémère ; et le tout était divisé en deux périodes de douze heures chacune. Et Arago, qui rapporte ce fait dans son Astronomie, ajoute que de temps immémorial le nyctémère était divisé en vingt quatre parties ou heures.

Évidemment la question n'est pas résolue par cette affirmation. Les Grecs tenaient probablement cette division du jour de peuples plus anciens.

En fait les recherches récentes nous ont appris que les Accadiens de l'ancienne Chaldée avaient aussi divisé le jour et la nuit en deux fois douze parties, et c'est chez eux que nous avons trouvé le vestige le plus ancien de cette pratique.

Mais pourquoi douze ?

A mon avis, cette division se rattache sans aucun doute possible au système de numération employée par beaucoup d'anciens peuples.

Nous sommes habitués à compter par dizaines. C'est le système décimal moderne, qui offre de sérieux avantages dans la numération écrite. Lorsqu'en effet, j'écris 5 et 54, je sais que les deux 5 n'ont pas la même valeur. L'un représente des unités et l'autre des dizaines, c'est-à-dire des unités d'ordre supérieur ; cette propriété est avantageuse lorsqu'il s'agit de multiplier par 10, par 100 etc.. : mais 10, base de cette numération, n'est en somme

divisible que par 2 et par 5 ; l'idéal serait un chiffre possédant un plus grand nombre de diviseurs, capable de se fractionner davantage, et c'est précisément ce désiratum que réalise le nombre 12 qui est divisible par 2, par 3, par 4 et par 6.

Il n'est donc pas étonnant que ce nombre 12 ait servi autrefois comme base d'une numération : c'était le système *duodécimal* employé par les Égyptiens, adopté par les Hébreux et d'autres peuples asiatiques. Chez eux, toutes les mesures étaient en rapport simple avec le nombre 12 ; et telle est la force de l'habitude que ce système est resté chez nous à l'état de vestige pendant des siècles.

Il n'y a pas si longtemps, en effet, qu'on parlait d'une perche de 5 aunes, d'un setier de 12 boisseaux, d'une livre de 12 onces et d'un sou de 12 deniers.

La toise avait 6 pieds ; les pieds comprenaient 12 pouces, le pouce 12 lignes et chaque ligne 12 points.

L'adoption en France du système métrique, son imposition devrais-je dire, n'a même pas pu prévaloir contre ces mesures anciennes. Et je n'en veux comme preuve que leur emploi par les opticiens, par les horlogers et les imprimeurs. Lentilles et verres de montres sont encore évalués en pouces et en lignes !

Dans le commerce, on compte généralement les objets par *douzaines* ou par *grosses* (12 fois 12) et autrefois on parlait constamment de la *masse* qui valait 12 grosses.

Ces gens qui emploient ce système duodécimal, direz-vous, ne sont pas des savants. Erreur profonde ; les physiciens, les chimistes et les pharmaciens anglais en sont encore au système des pouces, des lignes et des onces. Peu à peu ils arrivent au système métrique, mais ils y mettent le temps.

Eh bien, il y a mieux encore : les astronomes, eux qui ont sanctionné l'emploi du mètre, mesuré la Terre, fait adopter le système actuel des mesures décimales, ont continué à se servir du système duodécimal lorsqu'il s'agit de la mesure des angles et des arcs.

Je veux parler de la division de la circonférence en degrés, minutes et secondes, et qui repose sans aucun doute sur le nombre 12, puisque les nombres 360 et 60 sont des multiples de 12.

Il me paraît même certain que si nous trouvions la raison de cette division de la circonférence en 360 degrés, nous arriverions à comprendre du même coup la division de la journée en deux fois 12 heures.

On connaît depuis longtemps la science astronomique profonde des prêtres égyptiens ; nous en

retrouvons des fragments dans les monuments de l'époque, et la grande pyramide de Khéops, ainsi que je l'ai démontré dans le Tome I des *Énigmes* paraît avoir symbolisé les notions les plus fondamentales de la science mathématique du temps (1).

Or, voici un fait que j'emprunte à Diodore de Sicile et qui me paraît jeter un certain jour sur notre sujet.

Au dire de cet écrivain, on voyait, parmi les tombeaux des anciens rois de Thèbes, le monument d'Osymandias surmonté d'un cercle d'or de 365 coudées de tour sur une coudée d'épaisseur.

Pourquoi ce nombre 365 ? Parce que chaque coudée correspondait au déplacement du Soleil dans le ciel pendant une journée. Au bout de l'année solaire l'astre revenait à son point de départ pour recommencer une nouvelle révolution.

Mais ce qu'il faut encore se rappeler, c'est que les Égyptiens n'avaient admis primitivement que des années de 360 jours de 12 mois lunaires, de 30 jours chacun.

Les mouvements célestes s'étaient donc fait complices du système duodécimal et peut-être même l'avaient-ils provoqué.

Ce ne fut que peu à peu qu'on découvrit l'erreur

(1) Voir aussi : *La Science mystérieuse des Pharaons* par l'Abbé Moreux (Doin, éd. Paris).

initiale et qu'on dut ajouter plus tard 5 jours complémentaires pour terminer l'année ; mais alors on ne revint pas sur la division de la circonférence qui compta toujours 360 degrés.

Ainsi, sur les cercles astronomiques de 360 degrés chacun, le Soleil traçait chaque jour dans sa course *un* degré, une coudée, qui fut divisée en 24 parties plus petites, 12 pour le jour et autant pour la nuit, suivant le système de numération déjà adopté et en vigueur.

Le jour valait donc deux fois 12 heures ; il y avait 12 lunaisons complètes dans l'année et la grande circonférence décrite par le Soleil était-elle même divisée en 12 signes représentant les constellations zodiacales. Ces signes eux-mêmes, bien qu'ils n'occupent pas dans le ciel un nombre uniforme de degrés, étaient régis chacun par 3 étoiles, soit en tout 36 étoiles appelées *décans*.

Cette division quasi sacrée ne disparut même pas, ainsi que je l'ai dit, lorsqu'il devint évident que l'année n'était pas de 360 jours, mais de 365. On préféra ajouter 5 jours, dits épagomènes, plutôt que de changer l'esprit de la division primitive.

Détail pittoresque à ajouter ici pour montrer combien notre civilisation est imprégnée de l'antiquité : Les 24 parties de la coudée, correspondant à des doigts dans les mesures linéaires et à des de-

grés dans la division de la circonférence, ont prévalu jusqu'en ces derniers temps en astronomie. On disait toujours, à propos du Soleil et de la Lune, au moment des Eclipses : « L'astre est caché de 3,6 ou 10 doigts » et ce n'est qu'en ces dernières années que la Connaissance des temps, nos éphémérides officielles, rédigées par le Bureau des longitudes, a fait disparaitre enfin (!) des cartes qu'elle dressait, ce vocable emprunté à la littérature des siècles antiques.

Ainsi se trouverait expliquée, selon moi, la division du jour en 24 heures. Mais il y avait loin, à l'époque où nous remontons, de la théorie à la pratique, c'est-à-dire à la supputation exacte des heures, et tous mes lecteurs savent que ce résultat n'a pu être obtenu que dans les temps modernes au prix de calculs compliqués et d'une technique instrumentale extrêmement perfectionnée.

II

Pouvons-nous mesurer le temps !

Depuis que la télégraphie sans fil couvre du réseau de ses ondes hertziennes la plus grande partie du monde civilisé, chacun peut se flatter d'obtenir sans frais l'heure exacte. Alors qu'autrefois hor-

logers et *civils* étaient obligés d'avoir recours aux cadrans solaires et à des montres garde-temps, chronomètres toujours coûteux, chacun de nous peut aujourd'hui monter un poste récepteur de T. S. F. et enregistrer le top de la Tour Eiffel.

Pratiquement, l'innovation n'a pas sensiblement amélioré l'heure donnée par les horloges publiques.

Je me souviens que peu de temps avant la guerre, je résolus de me livrer à une enquête pittoresque au sujet de la distribution de l'heure à Paris. Le résultat fut loin d'être brillant. Les horloges officielles répandues un peu partout dans la capitale ne s'accordaient aucunement, à telle enseigne que le plus grand écart constaté atteignait plus de *neuf* minutes !

Ainsi, au lieu de posséder l'heure officielle de Greenwich, bon nombre de Parisiens en étaient encore à régler leur montre sur l'heure antique de Paris ou de quelque autre méridien...

Ne nous moquons pas des Parisiens ; la province n'est pas mieux chaussée...

Cependant, quand on pense aux progrès réalisés depuis quinze ans, on ne peut se défendre d'un sentiment d'admiration pour la science : songez par exemple qu'en 1905, lors de l'éclipse totale de Soleil visible le 30 août en Tunisie, l'as-

tronome qui nous donna l'heure à Sfax, fut obligé de passer une quinzaine de nuits à la lunette méridienne pour nous permettre de régler nos chronomètres !

Or, moins de sept années après, dans une circonstance analogue, ma mission établie en Vendée put se procurer l'heure presque instantanément par la télégraphie sans fil, et aujourd'hui, à des centaines de kilomètres de Paris, il suffit à l'astronome de mettre le téléphone à son oreille pour régler sa pendule sidérale à un centième de seconde près.

Tout cela est merveilleux et néanmoins, si j'osais, je vous dirais mes craintes...

Rien dans nos expériences n'est absolu et notre science est toujours défectueuse par quelque côté. Sommes-nous vraiment sûrs de posséder l'heure exacte ? Examinons la question de plus près.

Comment la Tour Eiffel peut-elle envoyer l'heure ? En se mettant en relation avec l'Observatoire de Paris qui, à l'instant précis et automatiquement, envoie le signal horaire.

De ce côté, rien à reprendre. Mais, cette pendule, comment la règle-t-on ? Sur le passage d'un astre au méridien.

La Terre, tournant sur elle-même, ramène la lunette de l'astronome devant les mêmes étoiles au bout de vingt-quatre heures exactement ; que

l'étoile soit en retard ou en avance d'une infime quantité, et notre observateur conclura avec une apparence de raison que sa pendule avance ou retarde.

Tout ceci est fort bien ; mais nous supposons implicitement que la Terre tourne d'une façon régulière autour de son axe. Et s'il y avait des variations dans son mouvement, comment le saurions-nous, puisque nous n'apercevons aucun moyen de contrôle ? Tout revient donc à savoir si notre supposition d'un mouvement régulier de la Terre est légitime, et ici la théorie intervient.

Interrogeons un géologue, il nous dira que la Terre, depuis son origine, a dû nécessairement se contracter, puisqu'elle s'est refroidie ; et comme le refroidissement persiste, elle se contracte encore ; or, la mécanique nous enseigne que, dans ces conditions, notre planète doit accélérer sa rotation.

Le calcul montre d'ailleurs que cette accélération ne saurait dépasser un millième de seconde par an depuis le temps de Ptolémée ; et Laplace a prouvé, par la considération des éclipses les plus anciennes connues, que la durée du jour n'a pas pu varier, en fait, de *un centième de seconde* depuis les temps historiques.

La conclusion au premier abord paraît donc très rassurante, mais voici qui l'est moins.

La Lune détermine à la surface de la Terre le phénomène des marées ; sous l'influence de l'attraction due à notre satellite, les océans se soulèvent de son côté ; mais comme la Lune tourne autour de nous avec une vitesse moindre que celle de notre globe, les marées exercent une sorte de frein sur notre mouvement de rotation ; par son action, la Lune tend donc à allonger la durée du jour ; et, chose remarquable qui montre que tout se tient dans cette immense et merveilleuse machine qu'est le Cosmos, tout ralentissement de la Terre a une répercussion sur la distance de notre satellite. Si l'action de la Lune continue dans le même sens, au bout de 150 millions d'années la Lune sera presque deux fois plus éloignée de nous et la Terre tournera sur elle-même, non plus en vingt-quatre heures, mais en un temps sensiblement plus long.

De ce fait incontestable on peut calculer que notre jour augmente de une seconde à peu près en cent mille ans.

Et puis, il y a la question des météores et des bolides qui, tombant sur notre globe, en accroissent la masse et le volume de quelques milliers de tonnes par an, compensant ainsi la contraction.

Les mathématiciens sont donc très perplexes et nous ne savons plus si les actions qui accélèrent

le mouvement de rotation de la Terre l'emportent sur celles qui doivent le retarder.

Et cependant... nous continuons depuis des centaines d'années à régler nos pendules et nos horloges sur un phénomène que nous supposons régulier, mais qui certainement ne l'est pas.

L'astronome américain Newcomb, probablement le plus grand mathématicien des temps modernes, avait naguère manifesté des doutes sur la constance du jour, doutes qui lui furent inspirés par la considération du mouvement de la planète Mercure. C'est qu'en fait, non seulement il n'est pas prouvé que notre rotation ne subit pas de variations sensibles pour un laps de temps extrêmement long, mais tout nous porte à croire que le mouvement de la Terre sur son axe est soumis à des variations d'ordre périodique.

Si vous doutiez encore, vous n'auriez qu'à interroger les astronomes de l'Observatoire de Greenwich. Ces messieurs vous diront qu'après avoir pris les plus minutieuses précautions, ils ont acquis la conviction nette qu'il se produit dans la rotation de notre planète des accélérations et des retards tout à fait inexplicables.

Et ici, il ne s'agit plus de millièmes de seconde par an. A certaines époques qui paraissent périodiques et semblent revenir à des intervalles de

trente à cinquante ans, il existe entre les heures observées et calculées des différences qui peuvent atteindre quatre à cinq secondes !

Et vous viendrez vous flatter ensuite de posséder l'heure à un centième de seconde près !

D'où peuvent provenir des écarts aussi considérables ? Tout le monde cherche et personne n'entrevoit la solution du problème.

A mon avis cependant, la question se rattache aux fluctuations du Soleil. Entrons dans quelques détails.

La Mécanique nous enseigne qu'un solide invariable soumis à des forces dont la résultante passe par son centre de gravité, conserve la même vitesse de rotation.

La Terre est-elle un solide invariable ? Évidemment non. Je ne parle pas ici de la contraction dont l'effet ne peut se faire sentir qu'après des siècles, mais la répartition des masses liquides varie constamment et de jour en jour.

J'ai montré, il y a déjà des années, que grâce à l'inconstance de la chaleur solaire, la fusion des glaces polaires se fait d'uue façon irrégulière. Le nombre des icebergs dérivant dans l'Atlantique est en rapport avec la courbe des taches du Soleil, par suite avec sa chaleur. Donc, les grandes masses liquides enlevées à l'océan par évaporation et qui

vont se condenser aux pôles terrestres sous la forme de glace, de neige ou de pluie, non seulement sont variables en quantité, mais sont réparties de façon irrégulière sur les continents. J'ai montré encore que cette répartition annuelle doit modifier l'axe de rotation de notre globe et que le phénomène, en gros tout au moins, est lié à la variation des latitudes, autre fait que les expériences récentes ont mis hors de doute.

Si l'on ajoute à toutes ces considérations que le noyau interne du globe semble être de consistance plastique et soumis à des marées qui lui sont propres, donnant naissance elles-mêmes aux phénomènes sismiques probablement liés aux fluctuations solaires, on comprendra que notre planète considérée comme un solide invariable n'est que pure fiction. En réalité, notre globe est loin d'être homogène, sa constitution et sa forme changent à chaque instant ; il doit donc en être de même pour son axe de rotation et pour son mouvement.

On conçoit maintenant que, devant une telle complexité de phénomènes entrant en jeu, la science paraisse désarmée. Et quand je dis la *science*, je précise, « notre science actuelle » qui n'est plus la prétentieuse coquette d'autrefois.

Toutes les découvertes récentes de la Physique et de la Chimie lui ont appris à ne plus émettre de ces

propositions absolues, comme au temps des Encyclopédistes et même d'Auguste Comte.

Est-ce à dire toutefois qu'il faille désespérer d'arriver jamais à fixer l'unité du Temps, cette entité métaphysique dont la définition paraît liée au mouvement ? — Point du tout.

Déjà le problème a été abordé sous une autre forme. Il semble bien établi à l'heure actuelle que la vitesse de la lumière est égale au rapport des unités d'électricité électro-statique et électro-magnétique ; elle représente la longueur parcourue par l'ébranlement de l'éther en une seconde.

Comme d'autre part nous avons appris à mesurer le mètre en longueur d'onde, il suffira de fixer de nouveau, dans deux ou trois siècles, la vitesse de la lumière, pour retrouver la seconde actuelle et pour nous assurer ou que rien n'est changé, ou qu'il y a eu variation.

A première vue, une telle méthode paraît bien indépendante de la rotation de la Terre et en mesure de nous donner un étalon de temps. Mais la vitesse même de la lumière ne subit-elle pas des influences occultes liées en quelque sorte aux lois de la gravitation ? Mystère... et c'est bien le mot qu'il faut répéter dès que nous cherchons à approfondir les notions en apparence les plus solides et les mieux assises.

Les Énigmes du système solaire

I

Le mystérieux Saturne

Pendant plusieurs mois, Saturne vient de trôner dans nos ciels du soir, attirant de nouveau l'attention des astronomes sur la plus belle merveille que nous puissions contempler.

Saturne est en effet, la planète à la fois la plus étrange et la plus magnifique du monde solaire. Un anneau mystérieux de 67 740 kilomètres de largeur gravite à 11 660 kilomètres au-delà de la surface nuageuse de Saturne et entoure ce globe gigantesque, près de 815 fois plus gros que la Terre. Si un tel anneau était solide, il constituerait une piste assez large pour donner place à cinq Terres

comme la nôtre, roulant de front et sans se toucher, sur cette énorme ceinture.

La planête, comme notre globe minuscule, est fortement penchée sur son orbite (26°,48) : il s'ensuit donc que, dans son immense révolution, c'est-à-dire au cours d'une trentaine d'années, l'anneau se présente au moins deux fois de profil aux yeux des astronomes ; tantôt c'est une ellipse largement ouverte, taniòt c'est une faible boucle, et même un simple filet lumineux qui disparaît dans les petits instruments.

La plus grande ouverture de l'anneau, par rapport à notre position, avait eu lieu en 1892 ; à partir de cette époque, sa largeur a diminué sensiblement jusqu'en 1907-1908 pour augmenter peu après et atteindre de nouveau son maximum en 1916 ; les disparitions de l'anneau reviennent tous les quinze ans et demi.

Une planète aussi bizarre, on le conçoit aisément, a dû poser aux astronomes les problèmes les plus complexes. En fait, dès que Galilée eut dirigé, au cours de l'année 1610, une des premières lunettes vers la planète que les anciens regardaient comme la frontière de notre système, il ne put retenir son étonnement.

A vrai dire, il fut loin de soupçonner la réalité, car les deux anses de l'anneau lui parurent dans

son faible instrument comme deux petits globes satellites. Aussi composa-t-il dès cette époque un anagramme assez embrouillé afin de s'assurer la priorité de la découverte. On sut plus tard que le mystérieux anagramme devait être ainsi traduit : *Altissimam planetam tergeminam observavi*, c'est-à-dire : « J'ai observé que la plus lointaine des planètes était tri-jumelle. » Il comparaît les deux boules attachées à Saturne à deux serviteurs aidant l'antique vieillard à faire son chemin. Mais en 1612, changement de décor; l'anneau de Saturne se présenta par la tranche et son peu d'épaisseur le déroba aux observations des astronomes alors munis d'instruments bien imparfaits.

Cette fois, Galilée se trouva bien embarrassé ; Saturne faisait-il remarquer, semble comme dans la fable, avoir dévoré ses enfants. Cette disparition embarrassante devait être pour lui une énigme insoluble et le savant florentin mourut sans avoir résolu le problème.

Un peu plus tard, Gassendi observa de nouveau « l'étoile triple » comme on l'appelait ; mais ce ne fut qu'en 1655 que l'astronome Huyghens comprit le mystère et découvrit l'anneau. Le problème posé par Galilée fut enfin résolu, mais, avec les perfectionnements croissants de la tech-

nique instrumentale, devaient surgir de nouvelles difficultés.

Dès 1675, en effet, Cassini reconnut qne l'anneau n'était pas simple, mais divisé en deux autres par une ligne sombre, et aujourd'hui, avec nos instruments perfectionnés, nous pouvons distinguer une douzaine de cercles concentriques différant en largeur comme en éclat. L'analyse spectrale a même démontré qu'avec des télescopes plus puissants, nous devrions apercevoir à leur place des milliers de rubans lumineux tournant tous séparément, et pour leur propre compte, autour de ce globe géant.

De quelle nature pouvaient être ces appendices lumineux ? solides ou liquides ? Personne avant 1850 n'osa se prononcer, lorsqu'à cette époque, Bond, un jeune astronome américain, mit tout le monde d'accord par une découverte sensationnelle. En observant la planète, Bond aperçut un soir une sorte d'anneau transparent extérieur : le disque de Saturne était visible au travers. L'anneau est donc constitué de parcelles de poussières retenues là par leur attraction commune.

Ce sont des milliards de satellites dont les matériaux n'ont pu rejoindre le globe central. Les différentes couronnes, réfléchissant la lumière du Soleil en plus ou moins grande quantité, expliquent

toutes les apparences. C'est probablement vers la division de Cassini que cette épaisseur atteint son maximum : 150 kilomètres tout au plus,

Cette nature météoritique des anneaux est la seule qui se puisse concilier avec leur existence, car, étant données les lois de la gravitation, il est bien certain que si un tel appendice était solide ou liquide, il y a beau temps que tout l'ensemble se fût disloqué. Cependant, cette structure poussiéreuse ne saurait le mettre à l'abri de toute désagrégation, et quel astronome n'a pas rêvé d'assister un jour à cet étrange spectacle d'une partie des anneaux se brisant pour aller tomber sur Saturne en un fracas épouvantable.

L'hypothèse fut d'autant moins tenue pour chimérique qu'en 1651 Struwe, après de sérieuses mesures, lança dans le monde savant, la nouvelle incroyable que les anneaux paraissaient diminuer de diamètre et se rapprocher de leur globe planétaire. Trois siècles encore, disait Struve, et l'anneau de Saturne aura disparu, fondu dans la massse du monstre qui l'attire. Les mesures modernes n'ont pas été favorables à cette manière de voir, et nous savons maintenant que si le phénomène existe, il est périodique. L'ensemble des anneaux paraît se déformer à la façon d'un cerceau élastique. Entre chaque anneau, les inter-

valles sombres doivent donc changer constamment ; seules les grandes divisions ont une stabilité relative due sans doute à la présence des satellites. Nous avons un exemple frappant de l'intervention de ces derniers sur la distribution des matériaux dans les lacunes semblables offertes par les petites planètes, lacunes qui se trouvent au point où la période d'un astéroïde serait commensurable avec celle de Jupiter.

L'anneau lumineux entourant Saturne n'est pas la seule particularité de ce monde étrange. De toutes les planètes c'est celle qui offre en effet le cortège de satellites les plus variés et les plus nombreux.

En 1655, Huyghens découvrait le plus facile à apercevoir : Titan, dont les dimensions sont comparables à celle de notre Lune. Cassini, en 1671 et 1672, notait la présence de Japet et de Rhéa, le premier atteignant 2500 kilomètres de diamètre.

En, 1848, le jeune Bond annonçait la découverte d'une huitième lune : Hypérion. Ainsi dans l'espace de deux siècles, huit satellites avaient été aperçus gravitant autour de la planète ; rien ne faisait prévoir un accroissement de ce chiffre, lorsque l'application de la photographie porta, en ces dernières années, jusqu'à dix le nombre des satellites connus. Thémis, le dixième satellite, dé-

couvert en 1904 par Pickering, est une lune minuscule, de 50 kilomètres de diamètre à peine, qui est venue se placer au sein de la famille, tandis que Phébé, découvert par le même observateur, étendit sérieusement les dimensions du système saturnien.

Alors que Japet, le plus éloigné autrefois, ne tourne qu'à la distance moyenne de 4 millions de kilomètres, Phébé gravite sur une orbe de 13 millions de kilomètres de rayon. Saturne et son cortège de dix lunes brillantes occupent dans l'espace plus de trente fois la place réservée à la Terre et à son modeste satellite. C'est la reproduction en petit du système solaire.

Nous laisserons les astronomes et les faiseurs de cosmogonie discuter sur la formation de ce monde lointain, mais nous ne pouvons passer sous silence une opinion qui s'est accréditée dans le public au sujet de la naissance des mystérieux anneaux de la planète.

Prenons un globule d'huile nageant dans un liquide de la même densité (mélange convenable d'eau et d'alcool) ; au moyen d'une aiguille, imprimons au globule un mouvement rapide de rotation ; immédiatement la masse sphérique s'aplatit et la rotation s'accélérant, il peut arriver que l'anneau se détache de la partie équatoriale.

L'expérience, très suggestive, due au physicien belge, Plateau, est encore citée dans certains traités de cosmographie pour illustrer par un exemple concret la théorie de la formation des anneaux saturniens.

Or, au point de vue mécanique, si les choses s'étaient passées ainsi, il en serait forcément résulté une accélération de la rotation du globe après le départ des anneaux. Et l'expérience, je veux dire l'observation, démontre tout le contraire. Alors que le globe géant de Saturne tourne sur lui-même en 10 heures 14 minutes à l'équateur, le bord intérieur de l'anneau brillant opère sa révolution en 7 heures 12 minutes seulement, et cette durée est abaissée à 5 heures 45 minutes pour le bord de l'anneau sombre. Tournant plus vite que sa planète, la merveilleuse ceinture n'a jamais appartenu au globe qu'elle enserre ; elle provient de l'extérieur, c'est un satellite avorté, lune morte avant sa naissance et dont les matériaux n'ont pu se rassembler en un amas compact. (1)

Quel sera l'avenir de ce curieux système ? D'après Clerk Maxwell, les anneaux n'ont qu'une stabilité temporaire, et un jour viendra où

(1) Voir Th. Moreux : *Origine et Formation des mondes* pour l'explication de la formation des anneaux et des satellites (Doin, édit. ; Paris, 1924).

la désagrégation, commencée à la fois par l'intérieur et l'extérieur, prendra de gigantesques proportions. Nous n'en sommes pas encore là, bien que différents observateurs aient noté des transformations sur les bords de l'anneau. Moi-même, en l'année 1914, (et déjà en 1913), j'ai constaté des vides dans la couronne sombre intérieure. Un jour viendra donc où toute cette voûte suspendue dans le ciel saturnien s'affaissera sur le globe dont elle subit l'attraction.

Les astronomes modernes ont pesé toutes les planètes. Saturne est, de toutes, la plus légère ; placée sur un vaste océan liquide, elle y flotterait comme un vulgaire bouchon. Dans son état actuel, le globe de Saturne n'est qu'un amas de gaz chauds dont la température égale au moins huit ou neuf cents degrés. La vie organique n'a donc pu, apparaître encore dans sa bouillante atmosphère.

A l'équateur de la planète, l'anneau s'élève dans le ciel comme une arche lumineuse plongeant d'aplomb de chaque côté de l'horizon. Très mince, en raison de sa faible épaisseur, ce n'est qu'un filet d'or partageant la voûte céleste. Mais, si nous avançons dans l'un et l'autre hémisphère, du côté où il y a clair d'anneau, l'anse gigantesque s'élargit comme un lumineux arc-en-ciel aux tons variés, aux formes changeantes. Parfois l'ombre

de la planète, projetée derrière elle adoucit une partie de l'anneau et vient ajouter de nouveaux aspects à cette féerie céleste. Çà et là, à travers les divisions bien accentuées ou les faibles condensations, nous apercevons le ciel constellé d'étoiles. Là-bas, brillent les mêmes constellations que chez nous : la Grande Ourse près du pôle Nord, la bleue Véga et le rouge Arcturus, mais la présence de multiples satellites aux croissants plus ou moins avancés, ajoute une note magique à cet invraisemblable décor.

N'est-il pas regrettable que des êtres vivants ne soient là, sur ce monde lointain, pour jouir de l'illumination étrange, fantastique, de la merveilleuse féerie déployée par tous ces flambeaux célestes ?

Mais, dans l'immensité des temps, les années ne comptent guère, et parmi les millions de mondes très peu sont appelés à être le séjour de la vie.

Lorsque, par exemple, les siècles accumulés rendront possible sur la surface de la planète, la formation d'une croûte assez solide pour recevoir des êtres organisés, déjà le Soleil sera sur son déclin. L'astre du jour, même à l'heure actuelle, ne saurait entretenir sur Saturne une température supérieure à 176 degrés au-dessous de zéro ! Son disque offre un diamètre dix fois

plus petit environ que celui du même astre vu de la Terre.

Mais autrefois, alors que Saturne était encore à l'état d'étoile lumineuse, pourquoi la gigantesque planète n'aurait-elle pas joué le rôle de soleil vis-à-vis de ses satellites ?

De Titan, la planète apparaît à l'horizon sous un disque dix fois plus large que celui de la Terre.

Lorsque Saturne se lève dans le ciel de Mimas, son premier satellite, c'est une vaste tache lumineuse qui embrasse 38 degrés de l'horizon, soixante seize fois le diamètre apparent du Soleil vu de la Terre.

Mais à l'heure actuelle, Saturne constitue, pour son premier satellite, un foyer puissant capable peut-être d'entretenir la vie à la surface de cette lune située si loin de la nôtre.

Supposons que des êtres intelligents assistent là-bas à ces grandioses spectacles célestes. Pour eux, Saturne est le centre du monde, et ils ne se doutent pas qu'en ce moment des terriens, confinés sur un point lumineux, constamment plongé dans les feux du Soleil, dissertent à perte de vue sur leur existence.

II

La Théorie de Mercure

Qui pourrait croire qu'au xxe siècle, après les immenses travaux de Le Verrier, la théorie du mouvement de Mercure soit encore un problème en astronomie physique ? Et cependant, nous avons mis près de trois siècles pour essayer d'arriver à une solution seulement approchée !

On sait que Mercure décrit son orbite à l'intérieur de celle de la Terre. Si cette orbite était parfaitement ronde et dans le plan de l'écliptique, on observerait un passage à chaque révolution synodique ; mais elle est inclinée de 70° sur l'orbite terrestre et, en outre, elle présente une forte excentricité. Pour prédire un passage, il faudra donc trouver des multiples communs des durées de la révolution sidérale de la Terre, des révolutions sidérales et synodiques de Mercure, puis en s'appuyant sur les tables du Soleil et de la planète, étudier les conditions précises de position de leurs centres aux époques ainsi trouvées.

C'est un calcul assez complexe, dont la première ébauche est due à Képler (1627).

A cette époque, en effet, après avoir dressé ses

tables Rudolphines, fondées sur les observations de Tycho Brahé, Képler annonça un passage de Mercure pour le 7 novembre 1631, avec une erreur possible d'environ un jour. Ce passage eut lieu, en effet, huit jours avant la mort de Képler qui ne put l'observer. Gassendi, qui était à Paris, le constata et l'observa par projection dans une chambre obscure.

Après les passages de 1661 et de 1677, La Hire dressa des tables du mouvement de Mercure et crut pouvoir prédire, pour le 5 mai 1707, un semblable phénomène visible pour Paris et la France. En fait, la solution du problème n'avançait guère, puisqu'il y eut un encore un écart de près d'une journée. Le passage eut lieu dans la nuit et fut observé le 5 au matin par Rœmer, à Copenhague.

En 1753, La Hire prédit encore un passage pour le 5 mai, et Halley pour le 6 au matin. Mercure leur donna encore un démenti et il passa devant le Soleil pendant la nuit du 5 au 6.

Lalande se résolut alors à calculer de nouvelles tables et les mit aussitôt à l'épreuve en prédisant le passage du 4 mai 1786. Il pensait même ne s'être trompé que de quelques minutes. Mais cette fois encore se vérifia la boutade de Mœstlin qui disait en 1577 : « Cette planète est vraiment faite pour décrier la réputation des astronomes. »

« Au lever du Soleil, dit Delambre, il pleuvait, tous les astronomes de Paris étaient à leurs lunettes ; mais fatigués d'attendre, ils quittèrent leur poste une demi-heure après le moment de la sortie calculée (par les tables de Lalande), ne conservant plus aucune espérance... Je pris le parti d'attendre jusqu'après le moment indiqué par les tables de Halley : mais je n'eus pas besoin de tant de constance : l'observation arriva plus tard de trois quarts d'heure (53 minutes) que suivant Lalande, mais trois quarts d'heure plus tôt que suivant Halley. Le Monnier et Pingré, Lalande et son neveu, Méchain, Cassini et ses trois adjoints, trompés par l'annonce, avaient tous manqué l'observation. Je leur montrai la mienne le soir même ; ils ne voulaient presque pas y croire. Ce fut la première observation que j'eus l'occasion de porter à l'Académie des Sciences et, c'est de là que date ma carrière d'astronome observateur. »

Sans se décourager, Lalande se remit au travail et réussit à prédire assez exactement les passages de 1789, 1799 et 1802. Puis viennent les tables de Lindenau en 1813 ; mais on était loin encore de la précision désirable, et le mot de Riccioli était toujours vrai : « Aucune planète n'a paru avoir des mouvements si compliqués ; le Mercure

céleste est aussi impénétrable pour les astronomes que le Mercure terrestre pour les alchimistes. »

La question en était à ce point lorsque l'illustre Le Verrier résolut de l'aborder. Il ne se faisait d'ailleurs aucune illusion sur les difficultés de l'entreprise : « Nulle planète, disait-il, n'a demandé aux astronomes plus de soin et de peine que Mercure, et ne leur a donné en récompense tant d'inquiétudes, tant de contrariétés. » Et Mœstlin n'avait-il pas dit également : « Si je connaissais quelqu'un qui s'occupât de Mercure, je me croirais obligé de lui écrire pour lui conseiller charitablement de mieux employer son temps. »

Quoi qu'il en soit, dès 1843, Le Verrier présentait à l'Académie une *Détermination nouvelle de l'orbite de Mercure et de ses perturbations*. Mais l'exactitude des nouvelles tables n'était pas encore très satisfaisante, puisqu'en 1849 il écrivait : L'invariabilité des moyens mouvements des astres sert de base aux observations depuis deux mille ans, et cette base a pris un caractère de certitude aussi mathématique que les travaux des géomètres français, qui ont prouvé qu'en effet l'action mutuelle des planètes ne changeait pas leurs moyens mouvements ; c'est une des conditions qui maintiennent l'ordre dans notre système planétaire. J'ai donc éprouvé une profonde surprise lorsque, en travaillant à la

théorie de Mercure, j'ai vu que le moyen mouvement de cette planète, déterminé par les quarante dernières années d'observations, se trouvait notablement plus faible que par la comparaison des anciennes observations avec les modernes..., et mes efforts pour parvenir à une théorie dans laquelle il n'en fut pas ainsi ont été jusqu'à présent infructueux.

Ce n'est qu'en 1859, soit dix-sept années après son premier travail, que Le Verrier vint à bout de ces difficultés. Pour expliquer les anomalies observées dans le mouvement de la planète, deux hypothèses étaient possibles : ou bien admettre que la masse de Vénus avait été estimée trop faible, ou bien supposer l'existence d'un ou de plusieurs corps troublants entre Mercure et le Soleil.

Dans le premier cas, Le Verrier reconnut qu'en augmentant de un dixième la masse de Vénus, on arrivait à expliquer toutes les irrégularités observées dans la théorie.

Mais ici surgissait une nouvelle difficulté : il devenait impossible alors d'expliquer le mouvement de la Terre, sur laquelle Vénus agit tout comme sur Mercure. Or, la théorie du mouvement de la Terre étant connue et hors de doute, il devenait impossible d'admettre cette augmentation de masse pour Vénus.

Restait donc la seconde hypothèse : supposer l'existence d'un ou de plusieurs corps troublants entre Mercure et le Soleil. Le Verrier, admettant tout d'abord l'existence d'une planète unique, donne une relation entre la masse de cette planète hypothétique et sa distance au Soleil. Il devenait donc possible, au point de vue mécanique, de rendre compte des phénomènes observés, par l'hypothèse d'une masse troublante dont la situation restait indéterminée. Sous le rapport physique, cette solution est-elle possible ? Un tel astre n'aurait-il pas dû être aperçu dans les éclipses totales de Soleil. N'aurait-il pas dû passer un certain nombre de fois sur le Soleil ? « Telles sont, dit Le Verrier, les objections que l'on peut faire à l'hypothèse d'une planète unique, comparable à Mercure pour ses dimensions, et circulant en dedans de l'orbite de cette dernière planète. Ceux à qui ces objections paraissent trop graves seront conduits à remplacer cette planète unique par une série d'astéroïdes dont les actions produiront, en somme, le même effet sur le périhélie de Mercure. Outre que ces astéroïdes ne seront pas visibles dans les circonstances ordinaires, leur répartition autour du Soleil sera cause qu'ils n'introduiront dans le mouvement de Mercure aucune inégalité périodique de quelque importance. L'hypothèse à

laquelle nous nous trouvons ainsi amenés n'a plus rien d'excessif. Un groupe d'astéroïdes se trouve entre Jupiter et Mars, et, sans doute, on n'a pu en signaler que les principaux individus. Il y a lieu de croire même que l'espace planétaire contient de très petits corps, en nombre illimité, circulant autour du Soleil ; pour la région qui avoisine la Terre, cela est certain. »

Le Verrier termine en recommandant l'observation, attentive et régulière, de la surface solaire ; car parmi les astéroïdes, il pourrait s'en trouver d'assez gros pour être aperçus dans leurs passages sur le disque du Soleil.

A peine ce résultat était-il publié que Le Verrier recevait l'annonce de l'observation du passage d'un corps obscur sur le Soleil. Cette observation était due à M. Lescarbault, médecin à Orgères. Le 22 décembre 1859, il écrivait à Le Verrier que le 26 mars précédent il avait assisté au passage sur le Soleil d'un corps noir, d'un périmètre circulaire bien arrêté, et dont le diamètre apparent lui avait semblé inférieur au quart de celui de Mercure dans son passage sur le Soleil le 8 mai 1845. Grâce aux indications qui lui furent fournies, Le Verrier trouva que ce corps, auquel il donna le nom de Vulcain, tournait autour du Soleil en 19 jours 7, et que sa masse ne devait pas dépasser le dix-sep-

tième de la masse de Mercure. Dans ces conditions, il faudrait vingt masses égales et situées dans la même région pour produire les irrégularités observées.

La curiosité des astronomes se trouvant ainsi éveillée, on se souvint que des observations analogues avaient été signalées à diverses reprises, et les recherches de Wolf, Haase et Carrington permirent de retrouver une vingtaine de passages semblables pouvant se rapporter à des passages de planètes intra-mercurielles sur le Soleil.

En 1876, après une observation de ce genre, due à M. Weber, à Peckeloh, Le Verrier entreprit la discussion des différents cas signalés à cette époque et dans lesquels le mouvement propre à la surface du Soleil avait été nettement constaté. Après une discussion approfondie, il ne conserva que dix observations lui paraissant hors de doute. Il conclut à la discussion de ces cas à une certaine indétermination du problème : quatre orbites différentes représentaient assez bien les observations, mais celle qui était parcourue par la planète en trente-trois jours lui parut la plus probable. Dans ces conditions, Le Verrier pensa qu'il pouvait se produire deux passages qu'il annonça pour le 22 mars 1877 et pour le 15 octobre 1882. Mais rien ne fut visible à la surface solaire aux jours prédits.

Deux ans plus tard, pendant une éclipse de soleil visible en Amérique, M. Watson, directeur de l'Observatoire d'Ann Arbor, annonçait à grand bruit qu'il avait photographié deux planètes intra-mercurielles. Après examen des clichés, on s'aperçut que les deux petits corps nouveaux n'étaient autres probablement que deux faibles étoiles de l'Ecrevisse. Bientôt M. Gaillot, montra que, pour l'une d'elles, l'orbite calculée d'après les éléments fournis par les photographies, ne pouvaient être celle d'une planète, tandis qu'Oppolzer, de son côté, ajoutait aux calculs de Le Verrier deux autres cas analogues et montrait que l'orbite ne s'accordait avec aucun des deux corps découverts par M. Watson.

Il semble donc qu'il faille renoncer à l'hypothèse d'une planète intra-mercurielle. Non seulement personne ne l'a jamais vue d'une façon indubitable, mais au point de vue mathématique, il est impossible d'admettre un corps unique produisant les perturbations constatées. Ce corps hypothétique n'aurait pu échapper longtemps aux investigations répétées depuis les premiers travaux à ce sujet. Alors comment expliquer ces perturbations?

Nous voulons en terminant, rappeler nne hypothèse que nous avons déjà formulée dans le *Problème Solaire.*

Il existe très sûrement autour du Soleil une agglomération qui donne naissance à la couronne.

Pendant l'éclipse de 1905, nos plaques photographiques ont même enregistré une couronne extérieure s'étendant beaucoup plus loin qu'on ne l'avait cru. Le grand axe de cet ellipsoïde coïncide très sensiblement avec celui de la lumière zodiacale.

Nous sommes donc en présence d'un milieu résistant, tombant peu à peu sur le Soleil. Le mécanisme de la chute est assez compliqué, et, comme nous n'avons aucune idée de la densité de cette agglomération, il est difficile de soumettre au calcul les variations de la forme de ce milieu. La résistance opposée à la marche d'un corps pénétrant l'ensemble de ces matériaux est aussi difficile à préciser; mais nous savons par des exemples d'accélération de comètes, que cette résistance est loin d'être négligeable. Aux époques de plus grande extension coronale, ce milieu atteindrait facilement l'orbite de Mercure.

Ainsi, tantôt la planète tournerait autour de l'astre central de notre système dans un milieu raréfié, tantôt dans un milieu composé de particules fort ténues qui troubleraient sa marche.

Nous sommes loin d'avoir trouvé l'influence

quantitative de ce milieu résistant, et il nous faudra encore de nombreuses observations de la couronne pour être fixés définitivement sur cette intéressante question.

Tout récemment, Einstein a essayé de montrer par l'application de ses théories, que la Relativité suffisait pour expliquer l'accélération de Mercure, mais le problème a été mal posé et la relativité n'a rien résolu.

III

L'accélération de la comète d'Encke

La comète périodique, connue sous le nom de comète d'Encke, est un astre habituellement télescopique dont l'èclat oscille entre les grandeurs 13 et 8 environ. A ce titre, on pourrait la regarder comme une quantité tout à fait négligeable dans notre système solaire; mais au point de vue théorique, cet astre minuscule nous pose un problème si difficile à résoudre que la comète d'Encke vaut qu'on s'occupe de son humble personne.

Son histoire est d'ailleurs assez ancienne. En 1786, un astronome français, Méchain, qui devait s'illustrer par ses mesures d'arc du méridien, découvrait une toute petite comète n'offrant d'ail-

leurs rien de particulier ; le savant ne pouvait prévoir que 32 années plus tard, l'astre nouveau deviendrait l'un des plus intéressants de notre système.

Le 26 novembre 1818, en effet, Pons, ce fameux concierge de l'observatoire de Marseille, qu'on surnommait le *Furet des Comètes,* découvrait à son tour dans le ciel une comète d'aspect absolument insignifiant. Le 13 janvier 1819, l'astronome Bouvard en présenta les éléments paraboliques au Bureau des Longitudes, et aussitôt l'un des membres faisait remarquer la grande ressemblance de ces éléments avec ceux d'une comète observée en 1805. On était donc en droit de regarder le nouvel astre comme le retour de la comète de 1805. Restait à en déterminer la période, c'est-à-dire le temps de révolution autour du soleil.

De son côté, le mathématicien allemand Encke reprenait le calcul des éléments de la comète trouvée par Pons et constatait que celle-ci tournait autour du soleil en une période d'environ 3 ans 1/3. De plus, il démontrait son identité avec les comètes vues par Méchain le 17 janvier 1786, par Caroline Herschel le 7 novembre 1795, par Pons, Huth, Bouvard et Thulis en octobre 1805. Encouragé par ce résultat inespéré, Encke rechercha toutes les perturbations qui pouvaient déranger

la comète dans sa marche, et, après six semaines de calculs extrêmement laborieux, il annonçait son prochain retour au périhélie pour le 24 mai 1822. La comète fut fidèle au rendez-vous, et, à l'époque fixée, l'astronome Rümber, à l'observatoire de sir Thomas Brisbana, à Paramatta, dans l'hémisphère Sud, la retrouvait tout près de l'endroit indiqué par les éphémérides de Encke.

Pour bien comprendre toute l'importance de cet événement, il faut savoir qu'à cette époque on avait constaté le retour d'une seule comète, celle, de Halley, découverte pour la première fois en 1680, et revenue ponctuellement en 1758, suivant la prédiction de Halley.

Quant à la comète d'Encke, on put la revoir à chacun de ses retours, ainsi que l'indique le tableau de la page suivante.

Six seulement de ses retours au périhélie, depuis sa première apparition, constatée en 1786, sont passés inaperçus. Ils ont dû avoir lieu les 19 mai 1489, 4 septembre 1792, 11 avril 1799, 2 août 1809, 26 juin 1812, 13 octobre 1815 et juin 1921.

La comète n'était pas seulement remarquable par sa courte période qui, actuellement encore, est de beaucoup la plus petite connue, puisque la comète de Tempel, qui vient ensuite, met près

TABLEAU DES RETOURS OBSERVÉS DE LA COMÈTE D'ENCKE

Année	Passage au périhélie	Observateur	Époque de la découverte	Période en jours
1786 I	30 janv.	Méchain	17 janv. 1786	1204
1795	21 déc.	Car. Herschel	7 nov. 1795	1208
1805	21 nov.	Thulis	19 oct. 1805	1204
1819 I	27 janv.	Pons	26 nov. 1818	1212
1822 II	23 mai	Rümker	22 juin 1822	1212
1825 III	16 sept.	Valz	13 juil. 1825	1211
1829	9 janv.	Struve	16 sept. 1828	1210
1832 I	3 mai	Mossotti	1 juin 1832	1210
1835 II	26 août	Kreil	22 juil. 1835	1211
1838	19 déc.	Boquslawski	14 août 1838	1210
1842 I	12 avril	Galle	8 fév. 1842	1214
1845 IV	9 août	Walker	4 juil. 1845	1205
1848 II	26 nov.	G.-P. Bond	27 août 1848	1204
1852 I	14 mars	Hind	9 janv. 1852	1204
1855 IV	1er juil.	Maclear	13 juil. 1855	1205
1858 VIII	18 oct.	Forster	7 août 1858	1207
1862 I	6 fév.	Forster	28 sept. 1861	1206
1865 II	27 mai	D'Arrest	25 janv. 1865	1206
1868 III	14 sept.	Winnecke	14 juil. 1868	1200
1871 V	28 déc.	Winnecke	19 sept. 1871	1202
1875 I	13 avr.	Holden	26 janv. 1875	1200
1878 II	26 juil.	Tebbutt	5 août 1878	1208
1881 VII	15 nov.	Hartwig	20 août 1881	1208
1885 I	7 mars	Tempel	13 déc. 1884	1209
1888 II	28 juin	Tebbutt	8 juil. 1888	1207
1891 III	17 oct.	Barnard	1 août. 1888	1206
1895 I	5 fév.	Perrotin, Wolff	31 oct. 1894	1207
1898 III	26 mai	Grigg	7 juin 1898	1207
1901 I	15 sept.	Wilson	5 août 1901	1205
1905 I	11 janv.	Wolff	11 sept. 1904	1203
1908	30 avril	Wolff	25 déc. 1907	1204
1911 II	19 août	Gonnessiat	31 juillet. 1911	1206
1914 V	5 déc.	Barnard	18 sept. 1914	1205
1918	24 mars	Schorr	30 déc. 1917	1205

de 5 années 1/3 pour accomplir une révolution entière autour du Soleil, mais encore par une autre particularité.

Encke, en effet, reconnut bientôt que ses révolutions étaient soumises à une influence autre que la gravité. Après avoir fait toutes les concessions possibles aux tiraillements, soit dans un sens, soit dans l'autre, que la comète doit subir de la part des planètes, il restait encore un surplus d'accélération que rien ne pouvait expliquer. Jusqu'en 1865, il continua à suivre de très près la comète, calculant chacun de ses retours, notant les différences entre les positions calculées et observées, recherchant les perturbations apportées par le voisinage des planètes, et la conclusion était que chacun des retours de la comète au périhélie avait lieu environ deux heures et demie plus tôt qu'aurait exigé la théorie. A quoi attribuer ce phénomène résiduel ?

Déjà Euler avait imaginé d'expliquer la fin du monde par la présence dans l'espace d'une matière subtile quelconque, laquelle s'opposant à la marche des planètes accélérerait leur mouvement de révolution en diminuant la distance qui les sépare du soleil, et qui, finalement, les ferait tomber sur l'astre central.

Olbers appliqua la même idée à l'explication de

l'anomalie observée dans le mouvement de la comète, et Encke se rangea à la même opinion. L'espace est rempli d'un milieu extrêmement rare que l'on appelle l'éther : son action, peu sensible sur les planètes, se ferait au contraire ressentir sur les comètes, qui sont des corps beaucoup plus légers. Ainsi, lorsque, dans l'air, on laisse tomber d'une même hauteur une plume et une balle de plomb, la plume mettra un temps beaucoup plus considérable que la balle de plomb pour arriver jusqu'au sol. De même pour la comète, si celle-ci, au lieu de décrire autour du soleil une ellipse parfaite, trace au contraire dans l'espace une sorte de spirale elliptique très fermée, le long de laquelle elle descend lentement, mais inévitablement, vers le soleil.

Jusqu'à quel point cette explication est-elle juste ? S'il existe un tel milieu résistant dans l'espace, son action doit nécessairement se faire sentir sur les autres comètes, du moins sur celles qui s'approchent très près du Soleil. Or, n'a-t-on pas, en particulier, l'exemple de comètes qui ont pénétré jusque dans la couronne solaire ?

En 1860, la célèbre comète qui a permis à Newton de donner la théorie de ces astres, s'approcha extrêmement du Soleil à son passage au périhélie. Le 8 décembre, en effet, elle contournait l'astre

central à la faible distance de 230 000 lieues, soit six millièmes seulement de la distance de la Terre.

La grande comète de 1842 s'approcha encore plus près du Soleil, puisque, le 27 février, au moment de son passage au périhélie, son centre n'était qu'à 31 000 lieues de la surface solaire. De surface à surface, il y avait au plus 13 000 lieues entre les deux astres. Elle a donc pénétré dans la chromophère et a traversé la couronne dans sa partie la plus dense.

Pour ces deux comètes toutefois, il est difficile de savoir si la vitesse de leur mouvement a varié par suite de la densité du milieu qu'elles avaient à traverser. Elles n'ont été observées de façon exacte qu'après leur passage au périhélie. De même pour la belle comète de 1880, visible dans l'hémisphère austral, et qui traversa aussi la chromosphère.

Les astronomes furent plus heureux avec la grande comète de 1883. Passant au périhélie le 17 septembre, elle fut observée dès le 7 du même mois, et les astronomes du Cap, particulièrement favorisés, étaient assez heureux pour pouvoir l'observer chaque jour jusqu'au 18 septembre, au moment précis de son entrée dans le disque solaire. Il était donc facile, en comparant la vitesse de la comète avant et après son passage dans le voisinage du Soleil, de reconnaître les perturbations

éprouvées. Le milieu plus dense de la couronne et de la chromosphère avait-il occasionné un retard considérable analogue à celui observé dans le mouvement de la comète d'Encke ?

Or, la discussion la plus minutieuse de toutes les observations donna une réponse absolument négative. Si des perturbations se sont produites, elles ont dû être extrêmement légères, et les positions calculées et observées des deux côtés du Soleil concordent admirablement.

Ce résultat, en lui-même, est très important. Il semble donner le *coup de grâce* à la théorie d'Encke d'un milieu résistant croissant rapidement en densité et à mesure qu'on approche du Soleil. Déjà les recherches de von Asten et de Backlund, sur les mouvements de cette même comète, avaient révélé des détails très embarrassants.

En effet, von Asten, reprenant les calculs d'Encke, arrivait aux mêmes conclusions pour la période allant de 1819 à 1868 ; toutes les apparitions successives entre ces deux dates accusent une diminution régulière dans la durée de la révolution. La théorie, ainsi solidement assise sur un demi-siècle d'observations, présentait donc un très haut degré de certitude. Mais à partir de cette époque, il devenait impossible de relier par une théorie unique l'ensemble des observations.

Les recherches de cet astronome montraient, en effet, qu'une anomalie inexplicable s'était manifestée dans le mouvement de la comète en 1868 et 1871, anomalie qu'il était enclin à attribuer à l'influence des petites planètes circulant entre Mars et Jupiter.

M. Backlund, qui a repris les calculs de von Asten, après la mort si prématurée de ce dernier, a trouvé également que l'accélération, qui, dans l'hypothèse d'Encke, devrait être constante, a diminué de plus en plus de 1858 à 1868, où elle n'était plus que la moitié de sa valeur primitive. Depuis lors, elle semble être restée constante.

Comme conclusion de son étude, M. Backlund rejette l'hypothèse d'Encke et attribue l'accélération variable de la comète à l'action d'un essaim de corpuscules qu'elle traverserait dans un point inconnu de son orbite.

Rappelons ici qu'on a attribué à plusieurs autres comètes une semblable accélération de mouvement.

Par exemple, la comète de Winnecke, dont von Oppolzer a donné une théorie complète en basant ses recherches sur l'ensemble des observations effectuées pour cet astre. Comme pour la comète d'Encke, il arrive à cette conclusion que les lois de Newton seules ne suffisent pas pour expliquer la

marche de cet astre ; et, afin de pouvoir établir l'accord entre la théorie et les observations, il dut recourir, comme Encke l'avait fait, à l'hypothèse du milieu résistant. Cependant, les recherches plus récentes de Hardt n'ont pas confirmé les résultats d'Oppolzer : Hardt n'a trouvé aucune trace d'accélération.

Enfin, les observations de la comète de Biéla, d'après von Hepperger, montreraient aussi l'existence d'une accélération qui existe encore, d'après M Schulhof, pour la comète 1873 II (Tempel). Il semble donc bien difficile de se prononcer actuellement sur la résistance du milieu formant, par exemple, la lumière zodiacale et la couronne. Ce milieu tourne évidemment dans le sens direct, et les comètes qui ont le même mouvement ne doivent éprouver aucune accélération en le traversant.

Mais il existe bon nombre d'autres causes, à peine connues ou étudiées, qui pourraient amener les mêmes résultats.

M. J. Boster, directeur actuel de l'observatoire de Marseille, a fait remarquer depuis longtemps que l'éclat d'un grand nombre de comètes est lié à l'intensité de l'activité solaire ; on y retrouve en effet la fameuse période undécennale des taches. Une telle constatation eût passé autrefois pour

vraiment singulière. Nos théories modernes nous la montrent au contraire comme des plus vraisemblables. Chaleur, radiation et activité solaires ne sont que les effets d'une même cause ; les particules lancées par la pression de radiation au moment de l'exaspération de la fournaise solaire sont donc en augmentation par rapport à un taux normal ; il en est de même du flux des rayons cathodiques ; en un mot, les actions répulsives liées à l'activité calorifique, lumineuse et électrique du Soleil doivent subir des variations périodiques et l'on conçoit que s'exerçant sur des objets de masses aussi faibles et aussi légers que le sont beaucoup de comètes, ces actions puissent facilement donner lieu à des perturbations plus ou moins régulières ou inexplicables si l'on se contente de les évaluer avec des principes de l'ancienne mécanique classique.

Telle est, à mon avis, la voie dans laquelle les recherches doivent s'effectuer si l'on veut arriver à une explication plausible des phénomènes en apparence déconcertants que nous offrent certains représentants du monde cométaire, déjà si énigmatique pour le chercheur avide de savoir.

La Philosophie de l'Hyperespace

Les lignes qui vont suivre sont la traduction que j'ai faite autrefois d'un discours que Simon Newcomb a prononcé devant la Société mathématique américaine.

On a beaucoup écrit depuis sur l'espace à quatre dimensions, sur les espaces courbes, etc., Les admirateurs d'Einstein ont usé avec une certaine prodigalité de ces termes quelque peu mystérieux pour bâtir un Univers qui ne répond probablement à rien de réel.

Il m'a donc semblé opportun de donner ici les idées que professait Newcomb à ce sujet ; on verra avec quelle maîtrise le savant mathématicien, probablement le meilleur du XIXe *siècle, expose les fondements de la doctrine de l'espace à* n *dimensions.*

Un tel discours valait la peine d'être fixé dans notre belle langue française et plus d'un lecteur

sera heureux d'en posséder la traduction. J'ai suivi le texte d'aussi près que possible, m'attachant surtout à rendre la véritable pensée de l'orateur.

Au cours des pages suivantes, et afin de rendre plus facile la compréhension des idées, j'ai ajouté quelques notes historiques ou explicatives pour ceux qui ne sont pas au courant des travaux auxquels Newcomb fait souvent allusion.

Mes lecteurs trouveront mes idées personnelles sur ce passionnant sujet dans mon volume : Que deviendrons-nous après la Mort (*Victorion, éd. Paris*).

Il existe toute une région de la pensée mathématique que l'on pourrait appeler le pays féerique de la Géométrie. C'est là que le mathématicien se divertit au point de laisser supposer au profane qu'il s'agit moins, en la circonstance, d'une série enchaînée de démonstrations rigoureuses que du vol capricieux d'une imagination en délire. Imaginatif, voilà bien l'épithète qui conviendrait au mathématicien dont les conceptions ne s'appuieraient pas sur l'expérience humaine. Et, cependant, les conclusions des hypothèses introduites dans cet univers imaginaire ont toute la rigeur d'une démonstration géométrique. On conçoit sans peine que celui qui trouve trop étroite l'infinité de l'espace dans lequel est placé notre univers doit surpasser,

par la fécondité de son imagination, l'écrivain banal des contes de fées, lorsque ce dernier évoque tout un monde dont la grandeur n'a de limites que sa fantaisie.

L'introduction dans les mathématiques de ce qu'on est convenu aujourd'hui d'appeler « *l'Hyperespace* » et, en particulier, de « *l'espace à plus de trois dimensions* », constitue un écueil contre lequel est venu se heurter plus d'un habile philosophe. La possibilité de l'existence d'une quatrième dimension et la légitimité de son emploi en mathématiques, voilà deux points d'un même sujet qui sont loin de se présenter à tous les esprits avec une égale évidence. Et, cependant, ce n'est pas seulement à l'espace de plus de trois dimensions que j'applique en ce moment le terme d'Hyperespace ; on pourrait se servir du même mot pour désigner une hypothèse plus simple en sa base fondamentale et qui, toutefois, est bien absurde en elle-même : c'est celle qu'on appelle aussi, mais bien à tort, à mon avis, l'*espace courbe*. Évidemment, nous pouvons encore lui donner le titre d'Hyperespace, pourvu que nous appliquions ce mot à un espace dans lequel les axiomes de la Géométrie euclidienne seraient faux ou incomplets. L'espace courbe et l'espace à quatre dimensions sont donc complètement distincts dans leurs pro-

priétés caractéristiques et demandent par ce fait même à être traités séparément.

L'hypothèse d'une quatrième dimension pourrait être présentée d'une manière assez simple qui ne donnerait lieu à aucune objection et ne soulèverait aucune difficulté. A vrai dire, la conception en est si aisée qu'il serait presque superflu, ce me semble, de l'expliquer à un étudiant en mathémathiques. Et, comme nous sommes tous appelés à nous rencontrer avec des esprits, cultivés sans doute, mais qui n'ont pas eu le loisir d'approfondir les concepts mathématiques, et qu'intéresse cependant la philosophie fondamentale de notre sujet, j'ai jugé à propos de traiter cette question en la ramenant à son expression la plus simple.

L'étudiant en géométrie débute par la théorie des figures sur un plan. Bientôt, il arrive à des conclusions de ce genre : par un point donné, pris sur une droite, on ne peut élever qu'une perpendiculaire à cette droite ; on ne peut construire qu'un seul triangle avec des côtés donnés, sur une base donnée et dans un ordre déterminé. Après la géométrie plane, vient la géométrie dans l'espace. Voilà notre étudiant dans une région où quelques-unes des propositions de la géométrie plane cessent d'être vraies : par un point pris sur une droite, on peut élever une infinité de perpen-

diculaires à cette droite et une infinité d'angles peuvent être construits sur une base donnée avec des côtés donnés. Ayant étudié successivement la géométrie à deux, puis à trois dimensions, pourquoi s'arrêterait-il là ? — Parce que, direz-vous, il n'y a que trois dimensions dans l'espace réel. — Très bien. — Mais en formulant des hypothèses, nous ne sommes pas tenus à nous limiter au réel ; nous pouvons améliorer nos méthodes de recherches et arriver à des conceptions plus claires de l'actuel en passant par la considération du possible.

Au point de vue logique, d'ailleurs, il n'y a pas de limite à l'admissibilité des hypothèses, pourvu que nous ayons bien soin de les considérer comme telles, sans enseigner que ce sont là des réalités dans l'Univers. Il est donc parfaitement légitime de se demander ce que serait notre géométrie, jusque-là basée sur trois dimensions, si nous pouvions en introduire une quatrième. Il s'ensuivrait des conclusions bien curieuses. Supposons l'espace réduit à une surface plane ; une circonférence limitera complètement une région du plan. Impossible alors de passer de l'intérieur du cercle à l'extérieur sans couper cette circonférence. Des êtres ne concevant que deux dimensions, obligés à circuler dans un tel espace, et placés dans un cercle matériel de ce genre s'y trouveraient complètement

emprisonnés sans possibilité d'en sortir. Mais donnez-leur une troisième dimension avec la faculté de s'y mouvoir : ils passent tout simplement par-dessus le cercle sans le rompre ; ils ne le toucheront même pas. Les quatre murs, le sol et le plafond d'une prison nous enferment si bien que, astreints comme nous le sommes à vivre dans un espace à trois dimensions, il n'y a pour nous aucune possibilité d'en sortir sans pratiquer une ouverture à travers la surface limitante. Mais donnez-nous une quatrième dimension avec la faculté de nous y mouvoir et nous passons complètement en dehors de notre univers à trois dimensions par un simple pas ; nous sortons des prisons aussi facilement qu'un homme passe au-dessus d'une ligne tracée sur le sol. Que le mouvement dans cette quatrième dimension soit possible et un objet se déplaçant suivant cette dimension de la plus faible quantité sera complètement en dehors de ce que nous appelons l'univers : il deviendra donc invisible. Il pourrait alors se placer de façon à opérer un véritable rabattement et serait retourné comme une image spéculaire. Un homme, capable d'un pareil mouvement, revenu dans notre espace, s'offrirait donc à notre vue entièrement retourné : son côté gauche deviendrait alors son côté droit sans qu'aucun changement ait eu lieu dans les positions relatives des

particules de son corps. La culbute qu'il aurait, pour ainsi dire, effectuée, en retournant complètement chacun de ses atomes et chacune de ses molécules n'aurait introduit aucun dérangement dans ses opérations.

Cette possibilité de renversement complet nous conduit à une curieuse question concernant la rigueur démonstrative d'une des propositions fondamentales de la géométrie élémentaire. Euclide prouve par superposition que si, dans un plan, deux triangles ont un côté égal adjacent à deux angles égaux chacun à chacun, ces triangles sont égaux. Dans la démonstration, on suppose que les triangles peuvent être amenés à une coïncidence parfaite, simplement par superposition et sans les sortir du plan. D'où cette conclusion que le résultat serait le même si l'un des triangles était retourné. Mais dans ce cas, on ne saurait les faire coïncider sans retourner au moins l'un des deux, après l'avoir sorti du plan. C'est ainsi que, dans la géométrie à deux dimensions seulement, on en suppose implicitement une troisième.

Considérons maintenant le cas analogue dans l'espace. On peut prouver que deux pyramides de même hauteur à bases égales sont égales, en les superposant de manière à les faire coïncider. Mais supposons qu'elles ne diffèrent qu'en ce que l'une des

bases soit symétrique de l'autre, la superposition est impossible, à moins toutefois de faire coïncider avec l'une d'elles l'image de l'autre vue par réflexion dans un miroir. Est-ce que nous discuterions la valeur d'une telle démonstration qui, en admettant la possibilité d'un pareil renversement n'a rien changé en somme au volume de cette pyramide ? Eh bien ! l'introduction d'une quatrième dimension n'enlèverait rien à la rigueur de la démonstration. Nous retournerions simplement la pyramide comme nous avons retourné le triangle.

La question de la réalité de la quatrième dimension doit être considérée à un double point de vue : celui de sa conceptibilité et la possibilité de sa réalité objective. Si, par le mot conceptibilité, nous entendons la faculté qu'a notre esprit de se représenter par une image cette quatrième dimension, on doit avouer que, sous ce rapport, il est absolument inconcevable. Il est facile de se représenter l'image de trois lignes passant par un même point et dont chacune est perpendiculaire aux deux autres ; c'est le système connu des coordonnées rectangulaires dans l'espace. Mais celui qui concevrait une quatrième dimension doit être à même d'imaginer un quatrième axe perpendiculaire à chacun des trois autres. Ce pouvoir dépasse assurément, et de beaucoup, celui de notre imagina-

tion ; aussi peut-on dire que, dans ce sens, la quatrième dimension est absolument inconcevable. Cette limite à nos facultés provient certainement de ce fait que nos ancêtres — pas plus que nous d'ailleurs — n'ont eu l'expérience d'une quatrième dimension. Nous avons toujours vécu dans un univers à trois dimensions seulement, mais nous ne devrions pas conclure trop vite que tout ce qui existe est astreint à de semblables conditions. Les métaphysiciens ont pris grand plaisir à imaginer un second univers à côté du nôtre et, cependant, distinct de lui. Le mathématicien a montré qu'une hypothèse de ce genre n'était ni absurde ni contradictoire. Mais, si nous nous donnons la peine de discuter les faits, nous voyons bientôt qu'un semblable univers paraît ne pas exister. En tout cas, s'il existe véritablement, aucune de ses dispositions ne saurait avoir de rapport avec notre propre univers, de l'avis du moins des philosophes les plus sérieux. L'introduction, dans notre monde, d'esprits qui n'en font pas partie était une idée familière aux peuples primitifs ; il semble qu'elle tend à disparaître avec les lumières de la civilisation. Et cependant, il faut bien avouer qu'une telle hypothèse n'a rien d'illogique en soi, ni même rien de contradictoire. Le poisson qui nage dans l'océan voit des objets qui, pour lui,

semblent venir de l'extérieur même de son univers ; les bateaux à vapeur, par exemple. Si notre atmosphère était opaque ou si elle était simplement remplie de nuages et de vapeurs au point de ne rien laisser voir en dehors d'elle, nous ressentirions certainement des impressions du même genre. Mais nous pouvons plutôt affirmer que nous voyons à l'aide de nos télescopes tout l'espace que nous pouvons concevoir, et on peut ajouter que la tendance générale de l'esprit scientifique à l'heure actuelle ratifierait en quelque sorte cette proposition qu'en dehors de l'espace atteint par nos instruments, pas un phénomène physique ne peut se produire sans que nous soyons à même d'en saisir les différentes phases. Notre univers forme donc pour ainsi dire, un système fermé. Cette conclusion semble applicable même au mécanisme si subtil des vibrations de l'éther. S'il existait, en effet, un lien qui pût nous mettre en rapport avec une sphère extérieure à la nôtre, ce lien serait certainement l'éther qui nous transmet la lumière. Mais si cet éther pouvait entrer dans une quatrième dimension, l'intensité de la lumière et de la chaleur rayonnante diminuerait comme le cube et non comme le carré des distances ; ou, pour parler plus exactement, le rayonnement émané d'un corps incandescent serait entièrement perdu en passant

complètement hors de notre univers. Le fait qu'il n'est pas perdu ou, pour mieux dire, la théorie générale de la conservation de l'énergie montre qu'il n'y a pas d'échange d'énergie entre notre univers et tout autre univers possible situé dans une autre dimension de l'espace.

Cette restriction des dimensions de l'espace au nombre de trois peut en quelque sorte être considérée comme l'expression d'un fait physique. Notre conception de l'espace est basée à l'origine sur la possibilité du mouvement et la triple possibilité du mouvement relatif peut être ramenée à un fait physique de la façon suivante : imaginons une tige dont l'une des extrémités soit fixée d'une manière immuable à un mur. Le point situé à l'autre extrémité libre peut alors se mouvoir suivant la surface d'une sphère dont le centre est au point fixe et dont le rayon égale la longueur de la tige. Fixons maintenant l'une des extrémités d'une seconde tige à un autre point du plan et soudons entre elles les deux extrémités libres : le point commun aux deux tiges ne pourra se mouvoir que suivant une circonférence. Relions-le à un troisième plan au moyen d'une troisième tige et voilà notre point absolument immobilisé. Et bien ! il pourrait encore se mouvoir si nous ajoutions une quatrième dimension.

Les limites de l'espace ne sont pour nous que les limites du mouvement possible d'un corps matériel. Libre à nous d'imaginer un corps venant d'un point quelconque de l'espace à trois dimensions, mais il nous est impossible d'en concevoir un venant de l'*extérieur* d'un pareil espace, sans admettre une quatrième dimension.

Notre conclusion est que l'espace à quatre dimensions qui implique la possibilité d'un nombre indéfini d'univers à côté du nôtre, constitue une hypothèse mathématique parfaitement légitime. Nous ne saurions dire si cette conception correspond ou ne correspond pas à une réalité objective, mais ce que nous pouvons affirmer c'est que s'il existe une quatrième dimension, notre univers, ainsi que tout phénomène connu qui s'y passe, est, par quelque loi fondamentale de son essence, absolument restreint à trois seulement de ces dimensions. Gardons-nous bien toutefois de transporter de pareilles conclusions au delà des limites posées par l'expérience. Quand nous affirmons que l'expérience nous apprend que notre univers matériel, comme tous les phénomènes connus qui se passent en lui, par une loi de son existence même, ne nous présente aucun mouvement à plus de trois dimensions, nous devons nous rappeler que cette conclusion est seulement applicable aux

mouvements perçus par nos sens, c'est-à-dire aux mouvements des masses. Il n'existe pas de preuve qu'une molécule ne puisse vibrer dans une quatrième dimension. Il y a même des faits qui sembleraient indiquer qu'il peut exister dans les corps ou des mouvements moléculaires ou quelques changements analogues, que nous sommes impuissants à exprimer en fonction du temps, et des trois coordonnées de l'espace. Admettons que nos concepts mécaniques basés sur des phénomènes visibles puissent suffire à nous expliquer les actions moléculaires, nous serons obligés d'avouer que si la position et le mouvement de tout atome d'une substance donnée sont définis, les propriétés chimiques de la substance seront complètement déterminées. Prenons deux collections d'atomes de la même substance ; plaçons-les dans les mêmes conditions après les avoir dotés de la même espèce de mouvement vibratoire, nous devrions, d'après n'importe quelle théorie mécanique de la matière obtenir des substances à propriétés identiques. Et cependant nous avons aujourd'hui de fortes raisons — raisons que je ne puis développer ici, même en passant — de croire que certains changements dans les propriétés et les attributs de la substance ne sauraient s'expliquer complètement par de purs mouvements moléculaires. Que ce soit précisé-

ment le cas des phénomènes vitaux, cela n'est pas douteux ; que ce soit encore le cas des actions chimiques voisines de ces phénomènes, cela me semble très probable. Il y a certainement quelque différence essentielle entre la forme du mouvement moléculaire suivant l'opinion actuellement admise qui constitue la chaleur et celle du mouvement des masses. La plus remarquable peut-être de ces différences consiste dans la relation de ce mouvement avec l'éther. Le mouvement d'une masse n'éprouve pas de résistance en passant à travers l'éther, même avec les plus grandes vitesses dont l'astronomie nous fournisse des exemples. Un élément aussi raréfié que la matière impalpable des comètes peut circuler autour du Soleil à la vitesse de plusieurs kilomètres par seconde sans souffrir de la part de l'éther la moindre résistance, — en un mot sans aucun frottement entre l'éther et la matière. Mais lorsque les molécules possèdent le mouvement de la chaleur, ce mouvement, si c'est un mouvement véritable, est sans cesse communiqué à l'éther : il y a rayonnement, et peu à peu le corps se refroidit. Or, quelque forme qu'il nous plaise d'attribuer à l'énergie de la chaleur, cette forme se communique sans cesse de la matière à l'éther, d'après une loi fondamentale de la matière. Si donc la chaleur est réellement un mode de mou-

vement, comme les physiciens le supposent généralement aujourd'hui, il doit y avoir une différence essentielle entre le caractère de ce mouvement et celui du mouvement des plus petites masses qu'il nous soit donné d'obtenir en divisant la matière. L'hypothèse d'une vibration suivant la quatrième dimension une fois admise, nous expliquerions facilement la différence essentielle qui paraît exister entre le mouvement moléculaire et le mouvement des masses. Une semblable hypothèse ne doit assurément pas être présentée comme une théorie définitive. Avant de lui attribuer une si haute valeur, il faudrait l'approfondir avec une rigueur toute mathématique et pouvoir prouver qu'elle explique réellement tous les phénomènes.

Ce que je redoute, avant tout, c'est qu'il ne résulte une certaine confusion provenant de cette tendance qu'ont géomètres et psychologues à vouloir considérer l'espace comme une véritable entité. Ainsi que je l'ai répété, une quatrième dimension de l'espace n'est simplement que l'addition d'une quatrième possibilité de mouvement dans les corps matériels. Les lois de l'espace ne sont que des lois de position relative. Certains axiomes fondamentaux sont dérivés de l'expérience, non seulement peut-être de l'expérience personnelle, mais aussi de l'expérience de la race, de celle

qui donne naissance à des conceptions héréditaires, correspondant aux faits de l'expérience individuelle. Un arbre rivé à un point de l'espace, même dans le cas où il aurait des yeux pour voir et un cerveau pour penser, ne saurait jamais concevoir l'espace. Pour nous, les limites de l'espace sont tout simplement les limites que nous donnons au mouvement d'un corps. Aussi, lorsqu'on nous parle de l'espace, de ses courbures possibles, de ses bosses et de ses creux, ceci, à mon avis, devrait être simplement regardé comme *une courbure*, si je puis m'exprimer ainsi, des lois de position des corps matériels dans l'espace. Clifford a montré, d'une façon très ingénieuse et très plausible à la fois, que les minuscules espaces occupés par les derniers atomes de la matière peuvent dans ce cas, avoir des propriétés différentes de l'espace plus grand qui, seul, se laisse atteindre par nos conceptions. S'il en est ainsi, cette possibilité ne doit être, après tout, que l'expression de quelque loi différente du mouvement ou peut-être — le mouvement n'étant qu'un changement de position — l'expression de quelque loi différente de position parmi les molécules des corps.

Cette considération nous conduit à une forme possible des relations de l'espace distincte à la fois de celles de la géométrie euclidienne et de l'hypothèse de l'espace à plus de trois dimensions. Je

fais allusion à ce que l'on appelle « l'*espace courbe*». L'histoire de cette conception est maintenant si bien connue des mathématiciens qu'en la mentionnant ici je veux à peine l'esquisser à grands traits. Le postulatum d'Euclide sur les parallèles est-il réellement un axiome indépendant que l'on ne saurait déduire des autres axiomes de la géométrie ? Telle est la question qui préoccupe les mathématiciens depuis des siècles. Cet axiome, sous sa forme la plus simple, pourrait s'énoncer ainsi : Dans un plan, par un point donné hors d'une droite, on ne peut mener qu'une seule parallèle à cette droite. Commençons, tout d'abord, par admettre que les lignes parallèles sont celles qui ne se rencontrent jamais. L'axiome affirme que par ce point donné nous pouvons mener une droite qui ne rencontrera jamais l'autre dans les deux sens ; mais que si nous donnions à cette droite le moindre mouvement autour du point dans le plan, elle rencontrerait la droite donnée dans l'une ou l'autre direction. Ainsi énoncée, la proposition paraît bien être un axiome ; en tout cas, elle ne s'appuie sur aucun autre axiome de la géométrie. Cette question, ainsi posée, a été attaquée victorieusement par Lobatchefski (1) et voici comment :

(1) Lobatchefski, savant géomètre russe, professeur à l'Université de Kasan (1793-1856). Il a repris une idée cu-

« Si cet axiome est véritablement indépendant des autres axiomes de la géométrie, nous pouvons espérer construire un système géométrique harmonieux en soi, conformément aux autres axiomes et dans lequel cet axiome ne serait plus vrai. Or, on peut s'écarter de deux manières de cet axiome des parallèles : ou bien on peut supposer que les deux lignes contenues dans le plan finiront par se rencontrer, et alors par le point donné on ne saurait mener aucune parallèle ; ou bien, dans le second cas, nous avons plusieurs lignes menées par le point donné et qui ne rencontreront jamais la ligne donnée : elles en divergent comme des lignes sur un hyperboloïde (1). »

rieuse, déjà émise par le P. Saccheri, de Milan, en 1833. Elle consistait à poser en principe le contraire du postulatum classique et à admettre que, par un point, on peut mener *plus d'une* parallèle à une droite. — (*Note du Traducteur.*)

(1) On a ainsi construit deux sortes de géométrie non euclidiennes : la géométrie de l'espace elliptique et la géométrie de l'espace hyperbolique. C'est à l'une et à l'autre de ces géométries que l'orateur fait ici allusion. Dans l'espace elliptique, la droite est une ligne fermée comme le cercle ; deux droites qui se coupent ne s'éloignent pas ensuite indéfiniment, mais commencent bientôt par se rapprocher pour se couper de nouveau ; toutes les perpendiculaires à une même droite dans un plan convergent en un point situé à une distance finie ; il n'y a pas de parallèles possibles, car deux droites situées dans le même plan

Que des possibibilités de ce genre dépassent nos notions ordinaires des relations géométriques, ceci est absolument hors de doute ; mais on peut très bien justifier l'hypothèse de leur possibilité par l'analogie suivante : imaginons-nous une espèce d'êtres dont les mouvements et les conceptions seraient entièrement confinés dans un espace à deux dimensions, comme les nôtres le sont dans un espace qui en a trois. Supposons que ces êtres qui vivent sur un plan ou dans un plan, comme vous voudrez, ne puissent acquérir d'autre concep'ion de l'espace que celle du plan indéfini qu'ils

se rencontrent nécessairement ; la somme des angles d'un triangle rectiligne dans l'hypothèse de l'espace elliptique est toujours plus grande que deux droits. Dans l'espace hyperbolique, au contraire, la somme des angles d'un triangle est plus petite que deux droits et cette somme peut être aussi petite que l'on voudra pourvu qu'on prenne les côtés suffisamment grands ; une oblique dans cet espace peut ne jamais rencontrer la perpendiculaire. Saccheri avait déjà en 1833 aperçu cette vérité importante que, selon les postulats admis, on était conduit à trois géométries distinctes dans chacune desquelles la somme des angles d'un triangle était différente. Ces trois géométries portent aujourd'hui le nom de ceux qui les ont développées : géométrie d'Euclide, géométrie de Lobatchefski, géométrie de Riemann ; leur ensemble s'appelle géométrie générale ou *métagéométrie*. La géométrie euclidienne n'est qu'un cas particulier, un cas limite pour mieux dire, des géométries de l'espace elliptique et de l'espace hyperbolique. — (*Note du Traducteur.*)

occupent. Ces êtres auraient une géométrie plane en tout semblable a la nôtre ; l'axiome des parallèles serait aussi vrai pour nous. Mais supposons encore que ces êtres, au lieu d'être à la surface d'un véritable plan, soient, sans le savoir, placés à la surface d'une sphère, d'une sphère telle que la Terre, par exemple. En étendant leurs mouvements et leurs observations sur de vastes régions de la surface qu'ils occupent, ils découvriront bientôt la fausseté de l'axiome des parallèles. Deux lignes qui paraissent parallèles ne seront que deux grands cercles parallèles et, bien que chacun d'eux puisse être prolongé dans une direction invariable en apparence, on s'apercevra qu'ils se rencontrent sur deux points opposés du globe. Mais alors voici la pensée que nous suggère immédiatement cette considération : ne serait-il pas possible que nous fussions dans un espace de ce genre ? Ou, pour parler d'une façon qui me semble plus précise, ne se pourrait-il pas que deux lignes en apparence parallèles finissent par se rencontrer ou du moins par diverger ? Les conclusions qu'on peut tirer de ces prémisses sont certainement très intéressantes. Si les lignes dont il est question se rencontraient, on pourrait facilement démontrer que le volume total de l'espace est une quantité finie. La somme des trois angles d'un triangle s'étendant d'une

étoile à une autre serait alors plus grande que la somme de deux angles droits. Non moins légitime serait l'hypothèse dans laquelle cette somme vaudrait moins de deux angles droits ; mais, dans ce dernier cas, le volume de l'espace serait encore infini. Il y a là, évidemment une hypothèse à contrôler par l'expérience. Il nous est malheureusement impossible de faire des triangulations d'étoile à étoile ; les bases de nos opérations ont pour limites les deux extrémités d'un diamètre de l'orbite terrestre. Tout ce que nous pouvons dire, c'est que dans ces limites étroites les mesures de parallaxes stellaires ne ratifient pas une proposition de ce genre : la somme des angles d'un triangle dans l'espace stellaire diffère de deux droits (1). Si notre

(1) Pratiquement la géométrie peut être considérée comme exacte dans toutes les observations qui nous sont accessibles. « LOBATCHEFSKI, dit M. HOUEL, s'appuyant sur des observations relatives à la parallaxe annuelle des étoiles, a rigoureusement déduit de ses formules que, parmi tous les triangles rectilignes si grands qu'ils soient, que les hommes auront jamais à mesurer, il ne s'en trouvera pas un seul dans lequel la somme des angles puisse différer de deux angles droits d'une quantité appréciable. » (Mémoires de la *Société des Sc. phy. et nat. de Bordeaux* 1869.) M. G. CHRYSTAL, professeur à l'Université d'Edimbourg, disait la même chose en termes plus précis : « LOBATCHEFSKI a conclu d'observations astronomiques la somme des trois angles pour des triangles dont le plus petit côté était à peu près le diamètre de l'orbite terrestre, et il a trouvé que la diffé-

espace est elliptique, à tout point intérieur — notre Soleil par exemple — doit correspondre dans une direction quelconque un point opposé ou polaire dont le lieu est une surface à la plus grande distance possible de nous (1). Une étoile en ce point semblerait dépourvue de parallaxe. Les mesures de parallaxe stellaire, les déterminations photométriques et d'autres considérations démontrent clairement qu'une pareille surface, au cas où elle existerait réellement, dépasserait de beaucoup les limites de notre système stellaire.

Telles sont les considérations qui devraient, ce me semble, toujours nous guider dans la discussion de cet étrange sujet. Le véritable philosophe est celui qui admet une infinité de choses possibles en dehors de la portée de son expérience, mais qui, descendant sur le terrain de la réalité, ne subit pas cette fascination de toujours plier les faits à sa fantaisie pour les faire concorder avec les possibilités

rence entre cette somme et deux angles droits ne dépassait pas l'erreur probable de l'observation. « (*Non-Euclidian Geometry*, p. 24 *Ext. des Proceedings of the Royal Society of Edinburgh 1879-80.* — (*Note du Traducteur.*)

(1) Il y a aussi des plans dans l'espace elliptique, mais ils ne s'étendent pas à l'infini et ont une aire limitée. Deux points peuvent donc être séparés par une distance maximum. Supposer entre ces deux points une distance *supérieure* à ce *maximum* serait un non-sens contraire à l'hypothèse. — (*Note du Traducteur.*)

qu'il a rêvées. La longue expérience humaine et tous les perfectionnements de la science moderne suffisent à nous convaincre que, dans les limites de nos observations, il ne peut exister de mouvements de masses matérielles suivant une quatrième dimension, de même qu'il n'existe aucun phénomène physique qui ne prenne naissance ailleurs que dans des régions où il soit permis à la matière de se mouvoir autrement que sous ses trois degrés de liberté. Mais gardons-nous bien de transporter nos conclusions en dehors des limites qui nous sont assignées par l'expérience. Nous ne savons rien de la nature des mouvements moléculaires ; nous n'avons donc pas le droit de dire que ce mouvement s'effectue nécessairement et seulement suivant trois dimensions. Qui sait si nous n'expliquerions pas les phénomènes de la radiation et de l'électricité par la vibration dans une quatrième dimension? L'expérience nous donne pleinement raison lorsque nous affirmons que les relations d'espace déduites des objets à notre portée sont encore vraies pour les plus grandes distances qui nous séparent des étoiles les plus éloignées. Mais arrêtons nous ; nous n'avons pas le droit d'étendre nos conclusions plus loin. Nous ne pouvons que laisser à la postérité le soin de chercher si l'hypothèse de l'Hyperespace peut nous aider à trouver l'explication des phénomènes observés.

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
L'Énigme de l'Univers	1
L'Énigme de l'évolution planétaire	35
Les limites de notre Science	71
La Genèse de Moïse et la Science	91
Pourra-t-on bientôt bombarder la Lune ?	115
Visions de fin du monde	129
A l'ombre de la Lune. L'Énigme de la couronne solaire	145
Les Énigmes du Temps	211
Les Énigmes du système solaire	229
La philosophie de l'Hyperespace	261

ACHEVÉ D'IMPRIMER
POUR GASTON DOIN
PAR R. BUSSIÈRE
A ST-AMAND (CHER)
EN SEPTEMBRE 1925.

PLEASE DO NOT REMOVE
CARDS OR SLIPS FROM THIS POCKET

UNIVERSITY OF TORONTO LIBRARY

QB
51
M75
t.2

Moreux, Theophile
Les enigmes de la science

P&ASci.